موجز
التاريخ الطبيعي للحضارة

لماذا التَّوازُن بين التعاون والمنافسة حَتميٌّ للبَشريَّة

مارك برتنس

ترجمة: سحر توفيق

المحروسة







مُوجَزُ التَّاريخِ الطَّبيعيِّ للحَضارَة













عنوان الكتاب: مُوجَزُ التَّاريخ الطَّبيعيِّ للحَضارَة
A Brief Natural History of Civilization
المؤلف: مارك برتنس Mark Bertness
مراجعة لغوية: محمود شرف
ترجمة: سحر توفيق



قطعة رقم 7399 ش28 من ش 9 - المقطم - القاهرة
ت، ف: -28432157 02 002

mahrousaeg
almahrosacenter
almahrosacenter
www.mahrousaeg.com
info@mahrousaeg.com
mahrosacenter@gmail.com

رئيس مجلس الإدارة: فريد زهران
مدير النشر: عبدالله صقر

رقم الإيداع 29573/ ٢٠٢١
الترقيم الدولي: 978-977-313-889-9

جميع حقوق الطبع
محفوظة لمركز المحروسة
2022



"تمت ترجمة هذا الكتاب بمساعدة صندوق منحة معرض الشارقة الدولي للكتاب للترجمة والحقوق"

© 2020 by Mark Bertness
Originally published by Yale University Press

مُوجَزُ التَّاريخِ الطَّبيعيِّ للحَضارَة

لماذا التَّوازُن بين التعاون والمنافسة حَتميٌّ للبَشريَّة

مارك برتنس

ترجمة

سحر توفيق

الطبعة الأولى 2022



بطاقة فهرسة

فهرسة أثناء النشر إعداد إدارة الشئون الفنية

برتنس، مارك

مُوجَزُ التّاريخِ الطّبيعيّ للحَضارَة: لماذا التّوازُن بين التعاون والمنافسة حَتميٌّ للبَشريَّة/

مارك برتنس؛ ترجمة: سحر توفيق.-ط1

القاهرة: مركز المحروسة للنشر والخدمات الصحفية والمعلومات، 2021

357 ص؛ 17×24 سم

تدمك 978-977-313-889-9

1 - التاريخ الطبيعي

2 - التوازن

-3 التطور-فسيولوچيا بشرية

أ-توفيق- سحر (مترجم)

ب- العنوان

500.9

رقم الإيداع 2021/29573

إلى چانيت وسارة

امرأتان قويَّتان، جَعَلَتا للحياة قيمةً بالنسبة لي...

المحتويات

تمهيد

كان الكثير من حياتي يدور حول شاطئ البحر. منذ أن أمضيتُ طفولتي في استكشاف شاطئ بيوچيه ساوند، كنتُ مفتونًا بالحيوانات والنباتات والتفاعُلات التي تحدث حيث يلتقي الماء بالأرض. أخذَني هذا الانبهار إلى الأوساط الأكاديمية وحياةٍ مِهنيَّةٍ تُركِّز على بيئة الشواطئ؛ ممَّا دَفَعني إلى فهم هذه المناظر الطبيعية على أنها عوالم مُصغَّرة لقوى أكبر- أي كمسارح تطَوُّريَّة مليئة بدراما الانتقاء الطبيعي والأنواع المتنافِسَة والعلاقات التعاونية. لكن دراسة الخط الساحلى ليست كلها حول الحلزونات والسرطان العازف: فقد أثر النشاط البشرى على جميع بيئات عالمنا. لا يمكننا التفكير في التأثيرات الداخلية والشراكات والمعارك التي تحدث في العالم الطبيعي دون التفكير في ذات الوقت في البشر الذين أصبحوا الآن جزءًا من مناطق الاتصال هذه، سواء كانوا موجودين بوضوح (على سبيل المثال، في الوحدات السكنية على شاطئ البحر) أو أقوياء بشكل غير مرئي (عن طريق التسبُّب في ارتفاع درجات الحرارة العالمية أو انتشار الأنواع الغازية). إننا، كما كنا دائمًا، جزء من العالم مثل عشبة الحبل ومحار البطلينوس.

إذن، بـدلًا مـن تقسـيم مفهومنـا للتاريـخ بـين التاريـخ الطبيعـي والتاريـخ البشري، قـرأتُ تاريـخ الحضـارة كتاريـخ طبيعـي، مُسـتَكمِلًا المسـار الـذي بـدأه كُتّـاب مثـل جاريـد دايمونـد Jared Diamond ويوڤـال هـرارى Yuval Harari. وهـذا يعنـى فهـم كيـف أن الحضـارة ومنتجاتهـا -مـن الزراعـة والأدويـة إلى التسلسـلات الهرمية السياسية والأنظمـة الدينيـة- قـد اشـتُقَّت مـن ماضينـا التطـوُّرى ضمـن بيئـات وظـروف مُعيَّنة. يتطلـب التاريـخ الطبيعـي للحضـارة رؤيـة كل خطـوة مـمَّا نميـل إلى تسـميته "بالتقـدم البشري" كـردِّ فِعـلٍ لإحـدى مشـكلات التاريـخ الطبيعـي.

لكـن هنـاك المزيـد لهـذه القصـة، فمـن أجـل قـراءة الحضـارة البشريـة مـن خـلال تاريخهـا الطبيعـي، ينبغـي أن نعـرف مـا هـو التاريـخ الطبيعـي نفسـه، وهـذا يتطلَّـب فهـمًا دقيقًـا وشـاملًا للتطـوُّر. قبـل نصـف قـرن، كان يُنظـر إلى التطـوُّر في الغالـب باعتبـاره معـارِكَ داروينيـة للانتقـاء الطبيعـي: بقـاء الأصلـح، حيـث جـاء التغيـير مـن خـلال المنافسـة بـين الخصـوم. مـن المؤكَّـد أن المنافسـة أحـد مُكوِّنـات التطـوُّر، ولكـن مـا يتـمُّ التغـاضي عنـه في الغالـب (حتـى داخـل المجتمـع العلمـي) هـو دور التعـاون المتكامـل والقـوي. تمكَّنَـت التفاعـلات التعاونيـة مـرارًا وتكـرارًا مـن تجـاوُز المنافسـة والدوافـع التنافُسـيَّة المتمحـورة حـول الـذات داخـل جميـع الأنـواع التـي يشـير إليهـا ريتشـارد دوكينـز عـلى أنهـا چينـات أنانيـة. هـذا الإطـار التعـاوني للحيـاة عـلى الأرض لا يربـط فقـط الأنظمـة البيولوچيـة التـي يعتمـد عليهـا البـشر، ولكنـه أيضًـا كان مسـؤولًا عـن نقـاط الانعطـاف الرئيسـية المبتكـرة في التاريـخ التطـوُّري- نشـأة الخليـة، والانتقـال إلى كائنـات متعـدِّدة الخلايـا. وصعـود البـشر والثـورات الزراعيـة والحضـارة نفسـها.

مـن المهـم أن نـروي هـذه القصـة، اليـوم أكـثر مـن أي وقـت مـضى. دون معرفـة مـدى ارتباطنـا بالعـالم، في وقـت يمكننـا فيـه التأثـير عـلى العـالم كـما لم يحـدث مـن قبـل، سـيكون جنسـنا البـشري عُرضَـةً للانهيـار. عـلى عكـس الكائنـات الحيَّـة الأخـرى عـلى هـذا الكوكـب، تمكَّنَّـا مـن تجـاوز القيـود التـي تفرضهـا النُّظُـم البيئيـة بشـكل طبيعـي، واسـتمررنا ننمـو ونمـلأ العـالم، وتسـتمرُّ حاجتنـا تنمـو إلى المزيـد مـن المـوارد، ونسـتمرُّ في تـرك المزيـد مـن النفايـات المختلفـة. لقـد كتبـت هـذا الكتـاب لإيصـال مـا تَعلَّمـه العُلـماءُ والأكاديميـون عـن العـالم الطبيعـي والتطـوُّر وأنفُسِـنا في نصـف القـرن المـاضي. آمـل أن يَسـمَح لنـا فهـم مـدى ارتباطنـا واعتمادنـا عـلى الكائنـات الحيـة

والأنظمة المعقَّدة في العالم باستبدال أفكارنا عن أن التطوُّر كان قائمًا فقط على المنافسة- وهي أفكار، في اعتقادي، كانت تدفعنا إلى الفوضى وفرط التكاثُر كنوع.

في هذا الكتاب، سأقدِّم أمثلة على التعاون المتكامل الذي قاد جنسنا البشري لاكتساب القوة والسيطرة، وأقترح أن التحوُّل العالمي إلى العمليات والبرامج التعاونية هو السبيل الوحيد لبقاء حضارتنا واستمرارها. وبذلك، سعيت إلى ترجمة البحث العلمي إلى لغة الحياة اليومية. على الرغم من أن هذا النهج يعني أنني قد أحذف في بعض الأحيان الفروقَ الدقيقة التي يضعها العلماء، إلا أنني أعتقد أن نقل النتائج الأكثر عموميَّةً للبحث المعاصر أمرٌ ضروريٌّ، كوسيلة لإثراء كل شيء، من مناقشاتنا في السياسة العامَّة إلى قراراتنا فيما يختصُّ بأسلوب الحياة. نحن بحاجة إلى فهم مُشتَرك ومجتمعيٍّ حول علاقتنا بالعالم. وهذا يبدأ بمعرفة أصول جنسنا البشري وحضارتنا، وينتهي بإدراكٍ واضح لمدى تأثيرنا على العالم الذي صَنَعنا.

مقدّمة

لماذا التاريخ الطبيعي؟

"مَن نحن؟" "من أين أتينا؟" "إلى أين نذهب؟"، أسئلة من أقدم الأسئلة التي سألها الإنسان لنفسه، متأصلة في جماعاتنا، وثقافاتنا، وحضاراتنا. واهتمامنا بهذه الأسئلة يعكس وجهة نظرنا المتمركزة حول الذات: فإذ نتمرس نحن البشر بالعالم، نندمج مع ما حولنا ومع الآخرين في إدراكنا لمن نحن. فلسفاتنا وعلومنا أيضًا، بدأت متمركزة بالكامل حول الإنسان، حيث كنا النقطة البؤرية والهدف من الكون. لكن، على مدى سنوات القرن السابق، أصبحنا ندرك ليس فقط أننا أبعد ما نكون عن المركز؛ بل أيضًا نحتل مكانًا صغيراً للغاية ولحظة زمنية قصيرة الأمد جدًا. هذا التوجه الدرامي كان له صداه في دياناتنا وفلسفاتنا، وعلومنا، ومجتمعاتنا، يستحث إعادة نظر جذرية لفهمنا حول من نحن بين أنواع الكائنات الحية.

في هذا الكتاب، أرجو أن أتمكن من الإيحاء بمراجعة مماثلة في فهمنا لأنفسنا عن طريق مشاركة ما أعرفه عن التاريخ "الطبيعي" لنوعنا - أي، عن طريق شرح كيف ينتمي البشر أيضًا إلى العالم البيولوچي الذي يحيا على الفعل ورد الفعل.

في مقاومة النظرة التقليدية لتاريخ الإنسان التي تراه منفصلا ومتميزاً عن تاريخ العالم الطبيعي، أرجو أن أركز الضوء على الرؤى الأساسية عن أنفسنا وعن عالمنا، تلك الرؤى التي يمكن أن تغير طريقتنا في التعامل مع التحديات الملحة التي تواجهنا جميعًا.

أثناء نشأتي في ولاية واشنطن، استكشفت خليج بيوجيت ساوند[1] والخطوط الشاطئية والغابات الساحلية لأوريجون، وجمعت أصداف الحلزون وسرطان البحر، وتعلَّمتُ أين أجدها بالضبط. توجد نباتات وحيوانات الشاطئ على ارتفاعات مُعيَّنة وفي أوقات يمكن التنبؤ بها، وأصبحت مُغرَمًا بتلك الأنماط، الواضحة والمهدِّئة في وقت معًا. لكن ما لم أستطع فهمه في ذلك الوقت هو أن ما لديَّ من فضول وجاذبية للمعرفة جاء من مصدر أوَّليٍّ يعود إلى الأسلاف. فالدافع لفهم وتفسير وتتبُّع الأنماط الحية في محيطنا الطبيعي قد جعلنا ما نحن عليه اليوم.

يشير التاريخ الطبيعي إلى عوامل فريدة وتفاعُليَّة تحكم ما يختصُّ بالأفراد والسُّكَّان والأنواع الحيَّة بالنسبة للموارد من حاجات، وتوزيع، وتوالُد، وموت. إنه دراسة للعلاقة بين البيئات ومَن أو ما يعيش فيها، ولكنه يمكن أيضًا أن يشير إلى الفهم البدهي لأسلافنا، والذي أدَّى إلى البقاء والنجاح في التكاثُر. فقد قضى الإنسان العاقل Homo sapiens، وكذلك أقرب أقاربنا المنقرضين -الإنسان المنتصب Homo erectus- 99 بالمائة من زمن وجودهم على الأرض في حياة القنص وجمع الثِّمار. إن متاعنا الجيني نتيجة ملايين السنين من خبرتنا بالقنص والجمع تتضاءل إلى جوارها عشرة آلاف سنة فقط من التجربة الحضارية، وبالتالي، على سبيل المثال، ليس من المدهش أن نجد أنفسنا منجذبين إلى شاطئ البحر، الذي يُردِّد داخلنا صدى البقايا الجينية الكثيرة من ماضينا المألوف، وإن كان على مبعدة أحقابٍ كثيرة. إن الذخيرة الغذائية الغنية والشعور بالأمان النسبي في البُعد عن الحيوانات المفترسة، وهي مشاعر تمدُّنا بها الخطوط الساحلية، تعني أن هذه كانت ممرَّاتٍ ذاتَ أهمِّيَّة كبرى للصيد والسفر. لقد كانت الخبرة بالتجوال

(1) بيوجيت ساوند Puget Sound: خليج بحري على طول الساحل الشمالي الغربي لولاية واشنطن الأمريكية، وبه نظام مَصبٍّ نَهريٍّ مُعقَّد من المجاري والأحواض البحرية المتِّصلة، مع اتِّصال بالمحيط الهادي. [عن ويكيبيديا، المترجمة]

والإبحار عند الشواطئ ضروريَّةً ببساطة للبقاء- مثل القدرة على تجنُّب الأفاعي أو لتمييز أنواع المشروم والإسفنجيَّات الصالحة للأكل من تلك الأنواع الخطيرة ذات الألوان البرَّاقة؛ ولهذا فإن خطَّ الساحل انطبع داخل أرواحنا وداخل الحمض النووي الخاص بنا DNA. إن التاريخ الطبيعي والتاريخ الإنساني متداخلان بحيث لا يمكن فصلهما، كما كان الحال دائمًا.

وكأحد الأجناس الحيَّة لدينا تاريخٌ حميمٌ وطويل مع كل أنواع الحياة على الأرض. فنحن نعرف أن حياة التكاثُر الذاتي لم تنشأ سوى على كوكبنا، لأن كل الكائنات الحية، بدايةً من الڤيروسات والبكتريا حتى الإنسان، مُصمَّمة وفقًا لنفس الملمح والقاعدة الچينية، وتستخدم نفسَ لُغَة بَرمَجَة الحمض النووي DNA. فالحمض النووي في أجسامنا مُماثِل لمثيله في أجسام الرخويَّات، وأقرب حتى لمثيله في أجسام الكلاب، ويكاد يتطابق مع الحمض النووي عند الرئيسيَّات. ورغم أننا تطوَّرنا لنصبح الكائن الأعظم سيطرةً وهَيمَنةً على وجه الأرض، واستطعنا النجاة من كثير من القيود التي تحدُّ من حياة وحركة الكائنات الأخرى، فلا نزال نعيش وسط الكثير من القواعد الأساسية لتاريخنا الطبيعي. نحن المنتجات ذوات المُخِّ الكبير لنفس العمليات الإيكولوچية والتَّطوُّريَّة التي تُشكِّل حياة كل الكائنات الحية، وهي عمليات أدَّت إلى توازيات أساسية في النسيج المكاني والاجتماعي للحضارة الإنسانية، والمجتمعات الحيوانية، والتجمُّعات النباتية. ورغم أننا نسينا هذا التسلسل السلفي والمشترك، فإن فحص تاريخ الإنسان كتاريخ طبيعي يمكن أن يساعد على تذكيرنا بماضينا وتوقُّع ما ينتظرنا في المستقبل.

هذا التناول ليس جديدًا على الإطلاق؛ فهو الأصل الذي قامت عليه الأعمال المهمَّة لتشارلس داروين وكارل ماركس، وإي. أو. ويلسون، من بين آخرين. لكن فهمنا للإنسان والتاريخ الطبيعي تَسارَع بدرجة هائلة على مدى العقود القليلة الماضية حتى أصبح من المطلوب إجراء فحص وتوليف جديد للقرَّاء بشكل عام؛ ذلك أن الموضوعات التي يغطيها هذا الكتاب تمَّ فَحصُها بشكل أكبر في الكتب والأوراق التقنية (وتأتي الإشارة إليها لمزيد من القراءة)، ولن يكون التركيز على ذِكر التفاصيل، بل بالأحرى على تجميع رسالة مُهِمَّة أكثر اتساعًا ناشِئةٍ عن مجموعة مختارة من المعلومات المتفرِّقة والجديدة في العلوم.

إن النظر إلى التاريخ الطبيعي باعتباره يتعلّق برؤيتنا لأنفسنا مَهمَّةٌ صعبة ومُلِحَّة. فرغم الدور الحيوي الذي لعبه التاريخ الطبيعي في قدرة أسلافنا على البقاء، وفي الانسجام الذي بَلَغَته علاقتنا ببيئتنا على مدى ملايين السنين من المحاولة والخطأ، فإن التاريخ الطبيعي اليوم يتعرَّض للاستخفاف به باعتباره دراسة عفا عليها الزمن لمراقبة النباتات والحيوانات. وفي تبايُنٍ صارخ مع بداياته البارزة في اليونان القديمة، حيث كان التاريخ الطبيعي هو أول عِلمٍ يستهدف فَهْمَ كل شيء، بدايةً من النجوم في السماء حتى الأشجار في الغابة، فهو اليوم غالبًا يُترَك مُهمَلًا أمام مجموعات البيانات الكبيرة التي تُبنَى على ملاحظات من مصادر ثانوية وبيانات مجتمعيَّة. لكن التاريخ الطبيعي ليس ديمقراطيًّا أو معتمدًا على المكتبة، ولا تزال الخطوط الأمامية له تحت قيادة الملاحظات الجريئة، والخلّاقة، والفريدة. قضى لوي أجاسي، الچيولوچي في القرن التاسع عشر[1]، عقودًا من الملاحظة في جبال الألب السويسرية، وقدَّم إلينا معلومة هامَّة هي أن التشكيل الچيولوچي يحدث نتيجة عمليات جارية وليس من خلق كينونة عُليا، وعلَّم تلاميذه بحِكمَةٍ أن يدرسوا الطبيعة، وليس الكتب. هذا الشعار البسيط محفورٌ على حَجَرٍ من الجرانيت فوق مدخل المعمل البيولوچي البحري في وودز هول (Marine Biological Laboratory at Woods Hole)، أحد الأماكن التي وُلِدَت فيها العلوم الأمريكية.

جاء عملي كعالِمٍ يدرس السواحل تعزيزًا لفلسفة أجاسي. كما قادني إلى الاعتقاد بأن كل الحياة على الأرض، بما يشمل الحضارة نفسها، تطوَّرَت بناء على نفس العمليات الحيوية والبيولوچية التي تقوم بدورها من خلال التطوُّر: النشوء التكافُلي (symbiogenesis) والتنظيم الذاتي التَّراتُبي (hierarchical self-organization). كثير من الأفكار المتعلِّقة بهذه العمليات حديثة نسبيًّا، أو تَمَّ تَحسينُها وتحظى بالتقدير حديثًا. وكلها تعكس اهتمامًا متناميًا بالمكوِّنات التعاوُنيَّة للحياة المشتركة. وأحد أهداف هذه الكتاب هو رواية قصة هذه المكوِّنات باعتبارها من العوامل الأساسية في التاريخ الطبيعي المُجدَّد للحضارة، والذي يعكس ما تعلَّمناه من المكتَشَفات العِلميَّة الكثيرة للقرن العشرين.

(1) چان لوي أجاسي (1807- 1873) Jean Louis Agassiz، عالِم أحياء وچيولوچيا أمريكي من أصل سويسري، يُعتَبر من أهم علماء التاريخ الطبيعي والتاريخ الچيولوچي للأرض. [المترجمة]

هـذه العمليـات ملحوظـة عـلى نحـو أكـبر في العلاقـات الديناميـة بـين عنـاصر مجتمـع مُعـيَّن والمشـاركين فيـه. مثـل العلاقـات المتبادَلـة التـي تطـوَّرَت بـين القانصـين والجامعـين ونباتـات وحيوانـات السـواحل، كل البيئـات الاجتماعيـة -مـن الشـعاب المرجانيـة حتـى المـدن- تترابـط عـن طريـق تعامُلاتهـا الإيجابيـة والسـلبية، أي عـن طريـق النظـام البيئـي لقـوى التعـاون والمنافسـة، والـذي تطـوَّر عـبر الزمـن. تتجـاذب الـذَّرَّاتُ وتتنافـر بينهـا وبـين بعضهـا عـلى المسـتوى الجزيئـي، وتجـد إيقاعًـا بيولوجيًّـا في المنافسـة والتعـاون بـين الخلايـا والميكروبـات لخلـق كائنـات عديـدة الخلايـا. وكذلـك تتعـاون النباتـات والحيوانـات وتتنافـس لتُشـكِّل غابـاتٍ مُنظَّمـةً وتجمُّعـاتٍ في مسـتنقعات الميـاه المِلحيَّـة. مـن الـذَّرَّات إلى النُّظُـم البيئيـة، تسـير البنيـة والتنظيـم بنـاء عـلى الـصراع والتوافـق والتعـاون والتـوازن.

لم يكـن التاريـخ الطبيعـي يُـرى مـن هـذا المنظـور دائمًـا. منـذ أقـل مـن نصـف قـرن، كان الظَّـنُّ السـائد هـو أن القـوى المسـيطرة التـي تُشـكِّل الانتخـاب الطبيعـي والنُّظُـم البيئيـة هـي المنافسـة بـين الأجنـاس مـن أجـل المـوارد المحـدودة. ولا يـزال الحاكِـم اليـوم هـو "البقـاء للأصلـح"، الشِّـعار الشـهير لهربـرت سـبنسر[1]، و"الطبيعـة، حمـراء الأنيـاب والمخالـب" القصيـدة الشـهيرة لتنيسـون[2]، والائتـلاف مـع منظـور الحـرب البـاردة الـذي لم يـترك مجـالًا للتعـاون أو مصالـح الجماعـة. كان ثَمَّـة تقليـل لقيمـة علاقـات التعـاون الإيجـابي بـين الأفـراد والأجنـاس والتجمُّعـات. فقـد نظرنـا إلى المشـاركة والعلاقـات التكافُليَّـة، والتَّبادُليَّـة في الطبيعـة - وهـي ظواهـر يفيـد منهـا كلُّ المشـاركين فيهـا - باعتبارهـا قصصًـا جانبيَّـةً مثـيرة للاهتـمام، أو اسـتثناءات للقاعـدة، وليسـت مبـادئَ تنظيميَّـةً. هـذه النظـرة تُلقـي ظـلالاً كبـيرةً عـلى التاريـخ الإنسـاني، والـذي كان يُنظـر إليـه أيضًـا كروايـة للتنافُـس والصراعـات. وقـد بـدأت هـذه الروايـة تتغـيَّر بعـد اكتشـاف أن العُضَيَّـات في خلايانـا دفعـت إلى الحيـاة مُتعـدِّدة الخلايـا مـن خـلال التعـاون بـين الميكروبـات، وسرعـان مـا أصبحنـا قادريـن عـلى رؤيـة تأثـيرات

(1) هربـرت سـبنسر (1820- 1903) Herbert Spencer. فيلسـوف وعـالم بيولوجيـا وأنثروبولوجيـا وسوسـيولوجيا، إنجليـزي، اشـتهر بفرضيَّتـه حـول "الداروينيـة الاجتماعيـة"، والتـي صـاغ لهـا التعبـير الشـهير "البقـاء للأصلـح". [المترجمـة]

(2) nature, red in tooth and claw: عبـارة ورَدَت في قصيـدة لألفريـد تنيسـون Alfred Tennyson بعنـوان "في ذكـراه" (In Memoriam)، كتبهـا عـام 1850 في رثـاء أقـرب أصدقائـه. والعبـارة يقصـد بهـا مـا تتَّصِـف بـه الطبيعـة مـن عُنـفٍ وَحـشيٍّ ومنافسـة لا هـوادة فيهـا. [المترجمـة]

مُماثِلَـة ذات أسـباب مُتبادَلَـة وتعـاون في كل مـكان، حتـى أصبحنـا نفهـم التبادُليَّـة وردود الفعـل الإيجابيـة باعتبارهـا عمليـات أساسـية في إقامـة القواعـد الدَّاعِمـة للحيـاة والحضـارة عـلى الأرض. هـذه حـدود حاسـمة، ولـكي نكـون واضحـين: العلاقـات التبادُليَّـة هـي التداخُـلات الإيجابيـة المُتبادَلَـة بـين أجنـاس مختلفـة وغـير مترابطـة يفيـد منهـا الطرفـان، وبالتـالي تسـتمدُّ قُـوَّةً تَطوُّريَّـة عـن طريـق الانتخـاب الطبيعـي وردود الفعـل البيئيـة الإيجابيـة. ويشـير المصطلـح الفنـي الأكـثر تحديـدًا، "النشـوء التكافـلي" (symbiogenesis)، إلى الـدور التأسـيسي البنيـوي الـذي لعبتـه العلاقـات التعاونيـة التكافُليَّـة في التغلُّـب عـلى العقبـات أثنـاء تاريـخ الحيـاة عـلى الأرض.

منـذ وصلتنـا معلومـة حـول قـوى التعـاون والعلاقـات المتكـرِّرة بـين الأجنـاس، رأى العلـماء ووثَّقـوا الـدور الحيـوي للتعـاون مـرارًا وتكـرارًا. جـي. إيڤلـين هاتشينسـون G. Evelyn Hutchinson، الـذي يُعتَـبَر أبـو الإيكولوچيـا الأمريكيـة، وصـف العلاقـة بـين التاريـخ الطبيعـي والانتقـاء الطبيعـي في صـورة مجازيـة بأنـه "المـسرح الإيكولوچـي والمسرحيـة التطوُّريَّـة"، وهـو مـا أصبـح عنـوان كتابـه الصـادر عـام 1965(1). أي أن الحبكـة وتطـور الأحـداث لأي مسرحيـة أو درامـا تعتمـد عـلى ترتيـب وتنظيـم المـسرح، والمسرحيـة بدورهـا يمكـن أن تؤثِّـر عـلى شـكل الخلفيـة المناسـبة لهـا. وفي وقـتٍ أقـرب، قـام البيولوچـي البريطـاني ريتشـارد داوكينـز Richard Dawkins بإيجـاز التطـوُّر في أقـل مكانـة مشـتركة، مـع تصـوُّر أن المقـوِّم الأسـاسي لعمليـات الانتقـاء الطبيعـي يتكـوَّن مـن كائنـات منفـردة تعمـل كآلات بقـاءٍ مـن أجـل "چينـات أنانيـة". ويـرى داوكينـز أن هـذه الچينـات الأنانيـة هـي الفاعـل الحقيقـي للتطـوُّر، وكل شيء آخـر هـو مجـرَّد وعـاء، أو مـورد، أو عائـق لعملهـا. ومـع ذلـك، فـإن التعـاون والفوائـد الجماعيـة، تتَّسِـق مـع رؤيـة للحيـاة أساسُـها الچينـات.

فضـلًا عـن ذلـك، كانـت المسرحيـة التطوريـة عنـد داروين في الأسـاس تُصـوِّر الانتقـاء الطبيعـي عمليـة بطيئـة، طويلـة المـدى، وهـذه حقيقـة لا شـكَّ فيهـا. لكـن منـذ وقـت قريـب، ظهـر أن الانتقـاء الطبيعـي قـادر أيضًـا عـلى أن يحـدث تغـيرات سريعـة، مثـل الخصائـص البـارزة للتحـوُّل والبقـاء التـي تقابـل تحدِّيـات جديـدة أو متقلِّبـة. هـذه الظواهـر واضحـة ومُؤكَّـدة في حياتنـا اليوميـة- وعـلى سـبيل المثـال، مقاومـة الأمـراض تـؤدِّي إلى فوائـد قصـيرة المـدى للمضـادَّات الحيويـة، وسرعـان مـا تتغلَّـب عليهـا مُسـبِّبات الأمـراض؛ لتدفعنـا بدورنـا إلى إعـادة تصميـم تكتيكاتنـا المضادَّة

للميكروبـات. لكـن هـذه الصيغـة الأسرع للتطـوُّر لا تقتـصر عـلى الميكروبـات سريعـة التكاثُـر. حدثـت واحـدة مـن أسرع تجليـات الانتقـاء الطبيعـي السريـع في الطبيعـة في جامعـة بـراون عـام 1898، بالقـرب مـن موقـع مكتبـي الحـالي(2). كان علـم الإحصـاء في ذلـك الوقـت مـن العلـوم الحديثـة، وكان هيرمـون كاري بامبـوس Hermon Carey Bumpus أسـتاذًا في جامعـة بـراون، ومتخصِّصًـا في هـذا المجـال العلمـي. عـثر بامبـوس عـلى 136 عصفـورًا مـن النـوع الـذي يُـربَّى في المنـازل في حالـة عجـز محبوسـة في عاصفة ثلجيَّـة عـلى كوليـدج هيـل. جمـع بامبـوس هـذه الطيـور، في محاولـة لتطبيبهـا في مَعمَلِـه، لكـن نجاحـه جـاء جزئيًّـا، حيـث مـات الكثـير منهـا. وعندمـا قـارن الخصائـص المورفولوچيـة للعصافـير التـي عاشـت بتلـك التـي ماتـت، وجـد أنـه اكتشـف واحِـدةً مـن أولى أحـداث الانتقـاء الطبيعـي التـي تـمَّ حسـابها في هـذا الحقـل العلمـي: ببسـاطة، كانـت العصافـير التـي عاشـت أكـبرَ حجـمًا وأقـوى مـن تلـك التـي ماتـت. بعـد مـرور قـرن عـلى هـذا الاكتشـاف، ظهـرت مُكتَشَـفات مُماثِلَـة للتطـوُّر السريـع مـع ظهـور أحـدث أبحـاث البيولوچيـا التطوُّريَّـة. بعـد عقـود مـن البحـث الصَّبـور والحريـص الـذي قـام بـه بيـتر وروزمـاري جرانـت Peter and Rosemary Grant في جامعـة برينسـتون، عـلى طيـور داروين التـي عـثر عليهـا في جـزر جالاباجـوس، ظهـر أن أنـواع المناقـير، مـن تلـك القويـة القـادرة عـلى كـسر البنـدق، إلى المناقـير الرفيعـة التـي يمكـن أن تصبـح مجسَّـاتٍ للحـشرات، وكذلـك التفضيـلات الموازيـة في الطعـام، يمكـن أن تعيـد تكيُّفَهـا بسرعـة لمـوارد طعـام مختلفـة(3). فالتطـوُّر ليـس دائمًا تلـك العمليـة البطيئـة التـي كُنَّـا نفترضهـا. وحتـى الفقاريـات بطيئـة التكاثـر يمكـن أن تسـتجيب بسرعـة للتغـيرات المتسـارعة عنـد وجـود "بركـة" للتنويعـات الچينيـة التـي يمكـن أن تأخـذ منهـا.

شـملت التغـيرات في فهمنـا للتطـور الاتجـاهَ في سـنوات العقدَيْـن: 1960 و1970 لاسـتخدام تفسـيرات تطوُّريَّـة ضعيفـة التمييـز لـشرح تطـوُّر سـلوكيَّات وخصائـص الجماعـات. وجديـر بالذِّكـر، أن البيولوچـي البريطـاني فـيرو ويـن- إدواردز Vero Wynne-Edwards عُـرف عنـه دعمـه للانتخـاب الجماعـي عنـد مسـتوى الأجنـاس. وقـد احتـجَّ بـأن الخصائـص تطـوَّرَت لصالـح الأجنـاس بشـكل عـام، وهـي فكـرة لم تكـن تُدعِّمهـا بيانـات أو نظريـة(4). ولكـن، عـلى مـدى العَقدَيْـن الماضيين، وجـد البيولوچيُّون التَّطوريُّـون أن القـوى التفسـيرية للانتخـاب والتطـور الطبيعـي يمكـن، بـل وهـو بالفعل

يمتدُّ وراء أنماط البقاء البسيطة للأصلح حصريًّا ضمن أعداد جنس بعينه. قد يكون من الأفضل التفكير في هذا النمط الجديد من التطوُّر باعتباره يمتدُّ ليَضُمَّ الشبكات التفاعلية والتعاونية للكائنات وليس شبكةً واحِدةً تتألَّف بالكامل من الكائنات الأنانية والمستقلَّة- بقاء المجموعة الأصلح، وليس بقاء الفرد الأصلح فقط(5). وبالتالي، فإن أنماطًا من النشوء التكافُلي تصف كيف تتطوَّر الأجناس مع وبين أجناس أخرى، وبناء على هذا تقوم بالعمل على مستويات تنظيمية أعلى. هذا يُغيِّر كيف ننظر إلى الانتقاء الطبيعي، حيث إن سلوك الجماعة على المعدَّلات المحلية، والإقليمية، بل والكوكبية، يمكن انتخابها لو كانت ترفع من إمكانية النجاح الچيني. وقد احتجَّ يورز زاثميري Eörs Szathmáry وچون ماينارد سميث John Maynard Smith بأنه حتى النقلات الكبرى في تطوُّر الحياة على الأرض -من الخلايا إلى النباتات، إلى الحيوانات، إلى التنظيم الاجتماعي- كانت كلها مدفوعةً بالتعاون وليس بالمنافسة بين آليات الچين الأناني. والحق أن أحد أهداف هذا الكتاب توحيد هذه المفاهيم مع اقتراح أن التعاون بين الجماعات يمكن أن يربح حتى المنافسة، إحدى القوى الدافعة للتطوُّر.

توجد طريقتان لتقييم انتخاب الجماعة في النظرية التطوُّريَّة: طريقة غير مثيرة للجدل، وطريقة أخرى جديدة وأكثر راديكالية. ترى الطريقة الأولى أن انتخاب الجماعة يحدث عندما يكتسب أحد أفرادها مزايا أكثر بالحياة في جماعة أو جمعيَّة بدلًا من العيش منفردًا. وبعبارة أخرى، التطوُّر على المستوى الفردي يؤدِّي إلى حياة جماعية. هذه الطريقة الأولى مقبولة في العالم، ويمكن أن نراها في مثل حالة الحلزونات والبرنقيل barnacles[1] التي تعيش تحت الأعشاب المائية والصخور. أمَّا الطريقة الأخرى، فتعترف بوجود حالات تصبح فيها الجماعة، وليس الفرد، هي وحدة الانتخاب الطبيعي. مثل هذه الجماعات ترتبط عادةً بانتخابٍ يقوم على التقارُب الچيني المشترك أو القرابة- على سبيل المثال، خلايا النحل ومستعمرات الجوفر[2]. هذا النوع الثاني من الانتقاء الجماعي يوسِّع الإمكانات التطورية للتعاون ضمن نظامٍ بيئيٍّ. ومن الحكمة أن نعترف

(1) البرنقيل barnacles: حيوانات بَحريَّة قِشريَّة من رتبة هدابيات الأرجُل تَعْلَق بالصخور تحت الماء.

(2) جوفر gopher: حيوان جِرابيٌّ أمريكي.

بالاستمرارية بين الانتخاب الفردي والانتخاب الجماعي في تأريخنا للتطوُّر، خاصة لأن الانتخاب الجماعي يشرح بفاعلية أكبر مُكوِّنات ضمن تطوُّر الثقافة الإنسانية، مثل التكنولوچيات التعاونية كالكلام والتجارة والتي تمثِّل التوازن المضادَّ للقوى التنافسية. يمكن لفوائد الجماعة أن تفيد الفرد بشكل أفضل وتصبح هي القائد للتاريخ البشري والحضارة نفسها. إن التاريخ الطبيعي الأكثر اتساعًا -الذي يصف الانتقال من الخلايا النووية والكائنات مُتعدِّدة الخلايا إلى التعاون في الصيد والتجارة والتنظيم الاجتماعي والثورات في الحضارة، والنمو المُفرِط في السكان- هو قصة التعاون المتصاعد الذي جعلنا ما نحن عليه اليوم. وإذا أتحنا له أن يسود ويصبح مَصدَرَ صناعة القرار في حياتنا؛ فقد يؤدِّي إلى تغيير مستقبل البشرية.

إذن، فإن حياة الأجناس المختلفة على هذا الكوكب تتطلَّب تفاعُلاتٍ إيجابيَّةً وسَلبيَّة، من التطوُّر المشترك والتكافُل أو التعاون المتبادَل مع البيئة العضوية المحيطة. هذه العمليات، التي نشير إليها بمجموعها هنا تحت عنوان النشوء التكافلي، بدلًا من أن تكون مجرَّدَ قصصٍ جانبية مثيرة للاهتمام، فإنها تهيِّئ وتبني وتحافظ على منبر التفاعلات البيئية على المسرح التطوري الذي يُشكِّل تاريخنا. يُوَلِّد النشوءُ التكافُليُّ نماذجَ في الطبيعة، تتراوح من العلاقات بين الأنوية والميتوكوندريا والبلاستيدات التي تحكم وتبثُّ القوة في خلايا النبات والحيوان وتمدُّ الأنظمة البيئية بالطاقة، إلى العملية التي أخذت مئات الملايين من السنين حتى تنتج الأكسچين الذي يجعل الحياةَ مُمكِنَة على هذا الكوكب. كذلك أغذيتنا وأدويتنا، مستمَدَّة حصريًّا تقريبًا من الاكتشاف القائم على المحاولة والخطأ للعلاقات التطوُّريَّة المشتركة مع النباتات والحيوانات. حتى الجوانب الروحانية والدينية عند البشر قد تكون مُنغرِسَة في علاقتنا التكافُليَّة مع النباتات والفطريات في نظامنا البيئي.

إلى جانب النشوء التكافلي، هناك فكرة أخرى بسيطة للغاية أدَّت إلى هيكلة كل الحياة على الكوكب، وهي التنظيم التراتبي، والتي تصف ترتيبًا إلزاميًّا مُتسَلسِلًا لتطوُّر نماذج متكرِّرة ويمكن التنبؤ بها. على سبيل المثال، عندما نعدُّ حتى خمسة، يأتي رقم واحد قبل اثنين، ورقم خمسة يأتي بعد أربعة. بالمثل، عند بناء بيت، لا بُدَّ من وضع الأساس قبل الطابق الأول، والذي يُبنَى بدوره قبل السطح. لا يمكن البناء من السطح نزولًا لأسفل. هذا تنظيمٌ تَراتُبيٌّ بسيط.

التنظيم الذاتي والتجمُّع التراتبي هو السبب في أن الكائنات لا تتقارب في تجمُّعاتٍ عشوائية- إذا نظرنا إلى تجمُّعات النبات والحيوان في الشواطئ الصخرية، والشِّعاب المرجانية، وغابات المانجروف الشاطئية، والتدرُّجات في الغابات سنجد أنها ليست تجمُّعاتٍ مُرتَّبة عشوائيًا، بل إن كُلًّا منها نظام مُتميِّز (وبسبب تنظيمها هذا، فهي متعاونة)، يسهل التَّعرُّف عليه من جانب كل من مؤرِّخي الطبيعة وأسلافهم القانصين الجامعين.

وحتى التَّجمُّعات من مثل الغابات الاستوائية أو مجموعات من الحشرات، والتي تبدو مُنظَّمَة بطريقة غير تراتبية (أو على نحو محايد) أو مُرتَّبة عشوائيًا، تنمُّ عن مستويات عالية من التنظيم الذاتي عند النظر إليها من الجانب الملائم أو من منظور أو مقياس زمني. وعلى سبيل المثال، الكثبان الرملية على خطٍّ شاطئيٍّ طاقَةُ أمواجه منخفضة نجد به فصلًا واضحًا بين الأنواع، بينما الكثبان الرملية على خطٍّ شاطئيٍّ طاقَةُ أمواجِه مُرتَفِعة يبدو على نحوٍ زائف غير مُنظَّم مكانيًا -حتى ننظر إلى المشهد من طائرة. وبالمثل، الأشجار في الغابات الاستوائية المطيرة، تبدو موزَّعةً عشوائيًا- حتى ننظر إليها عبر خَطِّ العَرض، أو من منظورٍ بيو-جغرافي. عند هذه المعدَّلات العرضية، يمكن رؤية النباتات والحيوانات وتجمُّعاتها في نماذج متوقَّعَة تمامًا من التنظيم المكاني، سواء من الجانب البيئي أو التطوُّري(6). إن التنظيم الذاتي البسيط والمتأنِّق، النابع من قواعد التجاذُب والتنافُر والملاءمة وعدم الملاءمة، هو قانون أساسي وقاسم مشترك مألوف في الفيزياء؛ ولهذا فهو أيضًا أساسيٌّ لتلك العمليات الفيزيائية والبيولوچية التي تولِّد نماذج متكرِّرة في الطبيعة.

وعندما ننظر إلى العمليتين التطوُّريَّتَيْن الأساسيَّتيْن، أي النشوء التكافلي والتنظيم التراتبي، من منظور الحركة العريضة للزمان والمكان، يظهر لنا أن التاريخ الطبيعي للإنسان والمسار التطوُّري للحياة الذكية كلاهما كان حتميًا نسبيًا. لكن "نسبيًا" تعني أن العشوائية تلعب دورًا كبيرًا ومؤثِّرًا بنفس القدر في التطوُّر: يشتهر ستيفن چاي جولد Stephen J. Gould بقوله إنه لو أمكن إعادة لعبة الحياة، فسوف ينتج عنها نتائج مختلفة كلَّ مَرَّة. فالخصائص والنماذج المعقَّدة والرائعة التي يُوَلِّدها الانتقاء الطبيعي لا تتحقَّق إلا عن طريق تحوُّلات عشوائية تحدث استجابة للبيئة الطبيعية والبيولوچية. وفضلًا عن ذلك، فإن التفكير الغائي،

أو الموجَّه لهدف، ليس له مكان في الفكر التطوري؛ فالتطور ليس له هدف منظور أو تخطيط طويل المدى؛ فهو يلعب دائمًا من أجل نجاح جيل واحد بالعمل في كل جيل على التنوُّعات الجينية الموجودة؛ فهو لا يستطيع أن ينظر إلى المستقبل وتوقُّع الاحتياجات أو المشكلات؛ ولهذا، عندما نرى نتائج باهرة للانتخاب الطبيعي، لا بُدَّ أن نقاوم تعيين الأهداف أو الأسباب لتطورها. لا سمات، مهما كان تعقيدها أو روعتها، تَنتجُ عن خُطَّة، لكنها بالأحرى نتيجة خطوات قصيرة، صغيرة، لكل جيل على حِدَة.

يمكن القول بأن العشوائية على كل مستويات التنظيم -من الفيزياء والكيمياء، إلى علم الوراثة، إلى التنوُّع البيئي والتنظيم المجتمعي العضوي- قد استُبدِلَت بالتنظيم الذاتي التراتُبي، وهي عملية تخلق بدورها وَهمَ القصد والتصميم المسبق(7). فإذا لم تكن الطبيعة مُلزَمة بقواعد وقيود موحَّدة، فلن يكون هناك مثل هذه النماذج المتميزة والمتكررة في الحياة والحضارة. ونفس هذه الحتمية التي يمكن التنبُّؤ بأنها تؤدِّي إلى نماذج مشابهة للفصل بين الأنواع على شواطئ البحر حول العالم، ويؤدي إلى أن يأخذ نوعٌ من الأوركيدات شكلَ الحشرة المجنَّحة ليجتذب لاقحات في المستقبل، قد أدَّى إلى تشكيل البشر بما يتناسب مع بيئتهم وموارد غذائهم. هكذا هي الخطوط الضبابية بين المسرح الإيكولوچي والمسرحية التطورية. طوَّر الإنسانُ الأسنانَ والأنزيمات الهاضمة ليتمكَّن من مضغ النباتات وهضمها، واستجابت النباتات دفاعيًّا، بخلق الخشب السليولوزي الثقيل لتقليل عمليات الهضم، وبإنتاج المنتجات الكيماوية الأيضية التي تُسمِّم مَن يستهلكها أو تُضعِف قُدرَتَه المعرفية وإدراكه العصبي. استمرَّت هذه العملية قائمةً منذ ما قبل أن نصبح بشرًا. وعلى سبيل المثال، تمَّ العثور حديثًا على مجموعة من حفريات إنسان النياندرتال لها أسنانٌ أصيبت بخراريجَ وبها بقايا كيماوية تشير إلى استهلاك مادة الأسبرين من النبات الطبيعي. وحتى قبل تطوُّر الإنسان العاقل (Homo sapiens)، كان أسلافه من أشباه الإنسان (hominid) يتعلمون بالتجربة والخطأ لعلاج أنفسهم بنباتات وفطريات الغابة. وإذا بدأت مسرحية الحياة مرة أخرى، فسوف تنتج تفاصيل مختلفة في كل مرة- لكن موضوعاتها الرئيسية، وهيكلها، وحبكتها، سوف تكون مُماثِلةً ويسهل التعرُّف عليها، فهي مُقيَّدة بالقوانين الأساسية للفيزياء والكيمياء والتطور وقواعد التنظيم الذاتي التراتبي.

هـذا الكتـاب يتنـاول ثلاثـة موضوعـات متداخلـة: الأول: هـو أقـدم معركـة عـلى وجـه الأرض، هـي بـين المنافسـة والتعـاون. التعـاون يـؤدِّي إلى الإبـداع، بدايـة مـن تشـكيل جماعـات ثقافيـة جديـدة وحتـى الثـورة الصناعيـة وثـورة المعلومـات. وفضلًا عـن هـذا، التعـاون هـو الحـل الوحيـد للأزمـة البيئيـة الحاليـة في العـالم. كان المؤرِّخـون وعلـماء البيئـة والبيولوجيـا التطوريـة يركِّـزون عـادةً عـلى التفاعلات التنافُسـيَّة السـلبية والعلاقـات بـين الفريسـة والمفـترس، وفاتهـم بشـكلٍ عـام الـدَّورُ المهـم الـذي لعبـه التعـاون في نشـوء الإنسـان وتطـوُّر الحضـارة.

الموضـوع الثـاني: التطـور المشـترك بـين الكائنـات، مثلـما بـين المسـتهلك والفريسـة في سـباق التسـلُّح التطـوري بينهـما، هـو قُـوَّة تُنظِّـم وتضـع سـياق كلِّ الحيـاة عـلى الأرض، بمـا يشـمل الحيـاة الإنسـانية، بطـرق مباشرة وغـير مباشرة. والفـارق ضبـابي بـين التفاعـلات المبـاشرة وغـير المبـاشرة، لكـن بإيجـاز، تفاعـلات التطـور المشـترك المبـاشرة هـي تلـك التـي تحـدث بيننـا وبـين الكائنـات التـي نعيـش معهـا، بينـما التفاعـلات غـير المبـاشرة هـي تأثـير تفاعـلات التطـور المشـترك بـين الكائنـات الأخـرى علينـا. فمثـلًا، التعامـلات المتبادَلَـة المعَقَّـدة لنـا مـع الميكروبـات تحفـظ صِحَّتنـا وتحافـظ عـلى حياتنـا، بينـما تَبادُلاتنـا مـع النباتـات والحيوانـات أدَّت إلى اسـتئناس الحيوانـات، والثـورة الزراعيـة، والاسـتيقاظ المبكِّـر في الصبـاح لإطعـام الكلـب. وفي ذات الوقـت، فـإن نتيجـة الدفـاع اليكيميـائي لسـباق التسـلُّح التطـوُّري بـين النباتـات ومسـتهلكيها أمدَّتنـا بشـكل غـير مبـاشر بالمسـتحضرات الدوائيـة والاتجاهـات الروحانيـة.

الموضـوع الثالـث: هـو تحكُّـم التنظيـم الـذاتي والتراتبيـة في تكامـل النشـوء التكافـلي والتطـور المشـترك عـن طريـق نقـل جرعـة كبـيرة مـن الحتميـة إلى العمليـات الإيكولوجيـة والتطوريـة، والأنمـاط، والأنظمـة. هـذه الحتميـة المكانيـة والزمانيـة كانـت مِـدادًا لخريطـة طريـق التاريـخ الطبيعـي، لنشـوء الإنسـان وظهـور الحضـارة.

لم تتوقَّـف فعاليـة هـذه العمليـات التطوريـة عنـد الحضـارة، التـي يمكـن تعريفهـا عمليًّـا بتنظيـم البـشر الـذي يـؤدي إلى تطـوُّرٍ مُطَّـرِد للثقافـة والعلـم والصناعـة والحُكم. أو يمكـن تعريـف الحضـارة ببسـاطة بأنهـا عكـس البربريـة، أو الأناركيـة أو الفـوضى- وهـي مصطلحـات تـدلُّ عـلى نقـص التنظيـم الاجتماعـي. فـإذا كان الإنسـان، مثـل كل أنـواع الحيـاة الأخـرى عـلى الأرض، هـو نتـاج تنظيـم ذاتي طبيعـي، انتخـاب الجِين

الأناني، والتعاون، فمن الممكن مناقشة الحضارة نفسها من خلال عدسة التاريخ الطبيعي.

عند متابعة تطوُّر الحضارة منذ جماعات العائلة الممتدَّة للبشر القانصين الجامعين والتي سبقتها من خلال تنظيم واسع المدى للجهود الإنسانية والذي أصبح مُمكِنًا من خلال الثورات الزراعية والتكنولوچية، سوف نكتشف أن نوعنا الآن قد تفوَّق على كثير من تحكُّم الطبيعة- نحن الآن نحكم الطبيعة، في كثير من المجالات، بدلًا من أن تحكمنا هي. لقد قادت الصِّلَةُ العضوية بين التاريخ الطبيعي والتاريخ الإنساني ليس فقط إلى تطور الحضارة، بل أيضًا إلى تدهور نفس الأنظمة الطبيعية التي خلقتنا. بشكلٍ ما، إن البداية الكوكبية الحديثة لعصر الأنثروبوسين، أي العصر الچيولوچي لتأثير الإنساني على الأنماط النباتية السائدة، أدَّت إلى تغيير مصطلحات التاريخ الطبيعي، ومن بين العوامل المحلية للكوكب، أصبح البشر هم أقوى عوامل إثارة الاضطراب على الأرض: ورغم أن الطبيعة هي التي قرَّرَت تطور الإنسانية ذات مرَّة، فإن الإنسان اليوم هو الذي يقرِّر مستقبل الطبيعة والحياة على هذا الكوكب.

القسم الأول

الحياة: من أين أتَينا

الكونُ داخِلَنا. نحن مصنوعون من مادَّةِ النُّجوم.

نحن وسيلةٌ يَعرِفُ بها الكَونُ نَفسَه.

كارل ساجان

الفصل الأول

حياةٌ تَعاوُنيّة

كان لطريقـة تعريفنـا للإنسـانية تأثـيراتٌ عميقـةٌ ودائمـة عـلى كيفيـة تعريفنـا للحيـاة والحضـارة والعـالم والكـون والعلـم ذاتـه. إذا تـمَّ تعريـف الإنسـان، عـلى سـبيل المثـال، بأنـه نـوع خـاص ومتميِّـز، يصبـح عُمْـر الإنسـان معيـارًا يمكـن بـه حتـى أن نحـدِّد عُمـرَ الكـون، ويكـون الجسـم البـشري مقياسًـا لحجمـه. أدى هـذا القيـاس المعيـاري إلى كل أنـواع الأفـكار المربكـة التـي تتمحـور حـول الإنسـان: خُلِقَـت الأرض في سـتة أيـام؛ أي أن عمـر الأرض والكـون وكل شيء فيهـا يبلـغ نحـو سـتة آلاف سـنة فقـط؛ والأرض كقـرص مُسـطَّح في مركـز الكـون يمتـدُّ فقـط عـلى مـدى البـصر؛ والحضـارة الإنسـانية هـي قمـة عبقريـة إراديـة إبداعيـة خاصـة، لا مثيـل لهـا في الوجـود.

يهبـط التاريـخ الطبيعـي بمسـتوى البشريـة مـن هـذا العـرش المتميِّـز فـوق كل الحيـاة والمـادة. مـاذا يحـدث لفهمنـا للكـون والحيـاة عندمـا لا يكـون البـشر هـم الكائـن المختـار أو الجنـس الوسـيط بـين الملائكـة والحيوانـات، ولكنهـم بالأحـرى مُنتَـجٌ كبير العقـل للعمليـات الفيزيائيـة والبيولوجيـة التـي اسـتمرَّت لمليـارات السـنين؟ مـاذا يعنـي أن نقـول إن الإنسـان، بالمعنـى الحـرفي للكلمـة، هـو مجـرد أوعيـة تشـكَّلت

-وتحتوي موائل حاضنة- من الميكروبات المتعاونة والمتنافسة؟ ما هو التاريخ الطبيعي للحضارة إذا كانت الحضارة ببساطة نتيجة لعملية يصل بها المجتمع البشري إلى مرحلة متقدِّمة من التنمية والتنظيم الاجتماعي، تشمل الملامح المشتركة بين جميع الكائنات على هذا الكوكب؟

للإجابة على هذه الأسئلة ينبغي أن نحكي أوّلًا قصّةً مختلفة عن كيف أصبح لنا وجود- وهذه القصة تشرح أيضًا كيف ظهرت حيواناتنا الأليفة، والحشرات التي تعيش عليها، والأشجار في الخارج، والبكتيريا في كل مكان، حتى المواد الكيميائية التي يتكوَّن منها الأسفلت الذي نقود السيارة عليه. قصَّة الحياة على الأرض هي مجرد فصل واحد من قصة بدأت منذ مليارات السنين وستستمر بعدنا؛ لأنها قصة التنظيم الذاتي الذي يقوم عليه الوجود، والفيزياء والكيمياء التي تكتب كل شيء موجود.

هذه عبارات كبيرة ومزعجة لا يستطيع البعض أن يقبلها. وسوف يستغرق الأمر وقتًا لنتيح لها التأثير على فلسفاتنا. لكن قبل ذلك، سنتابع القصة من البداية لنرى كيف أدَّى تطوُّر الكون إلى تطوُّر الحياة والإنسانية وحتى الحضارة.

الكون يبدأ

منذ أربعة عشر مليار سنة، خرج كوننا إلى الوجود من حَدَثٍ كَونيٍّ بحجمٍ لا يمكن تصوُّره. وَلَّد هذا الحدثُ الذَّرَّات التي، منذ ذلك الحين، امتلكت تنظيمًا ذاتيًّا من خلال عمليات فيزيائية وبيولوچية لتشكيل المجرَّات والقِرَدة العليا والكواكب والنباتات والنجوم ونجمة البحر. نحن، أيضًا، نتاج هذه العملية المستمرة والمتغيرة باستمرار.

حتى القرن الثامن عشر، كان اللاهوتيون يستخدمون سلسلة أنساب العهد القديم لتقدير أن الخلق حدث منذ ما يقرب من ستة آلاف سنة. ثم بدأ مفكِّرون رُوَّاد مثل چيمس هوتون James Hutton وتشارلز ليل Charles Lyell ولورد كلفن Lord Kelvin في النظر إلى الصخور، مستخدمين استدلالات چيولوچية بدلًا من الكتاب المقدَّس. حَلَّل هوتون، أبو الچيولوچيا الحديثة والعصر الچيولوچي السحيق، التشكيلاتِ الصَّخريَّةَ الاسكتلندية لتقدير أن عمر الأرض يُقدَّر بملايين

السنين. كما استنتج هوتون أيضًا نظريته حول "الوتيرة الواحدة"[1] من ملاحظاته، وهي نظرية تفترض أن نفس العمليَّات التي تُشكِّل الأرض اليوم هي التي شكَّلَت الأرض في الماضي. قام لايل بعد ذلك بنشر آراء هوتون في كتابه المهم Principles of Geology (مبادئ الچيولوچيا)، وفيه قدَّر عمر الأرض ما بين 300 مليون و 400 مليون سنة، بينما قام اللورد كلڤن، من خلال تحليل مُعدَّل تبريد الصخور المنصهرة، بتحديد عمر الأرض ما بين 20 إلى 40 مليون عام. وفي عام 1913، قدَّم آرثر هولمز طريقة حساب التاريخ بالمواد المُشِعَّة ليُغيِّر اللعبة مرة أخرى. فمن خلال مراقبة النظائر المشِعَّة التي تحدث بشكل طبيعي ومُعدَّلات تَحلُّلها، تمكَّن هولمز وآخرون من قراءة التَّحلُّل الإشعاعي للمادة باعتباره ساعة جزيئية. ويظل التَّحلُّل الإشعاعي اليوم الأداةَ الأكثر دِقَّةً وثباتًا التي يمتلكها العِلمُ لحساب الزمن السحيق. وباستخدام هذه التقنية، قدَّر هولمز أن عمر الأرض يبلغ 1.6 مليار سنة، وهذا الرقم زاد مع تحسُّن طرق المراقبة والتحليل. واليوم، أجمع المجتمع العلمي على أن الأرض يبلغ عمرها نحو 4.5 مليار سنة، وأن الكون نفسه، بناء على عمر الصخور خارج كوكب الأرض التي أثَّرَت على الأرض ومسافات وسرعات المجرَّات المختلفة من الأرض، يبلغ من العمر 14 مليار سنة(8).

مع تغيُّر تقديرات عمرنا، تغيَّرَت أيضًا نظرياتنا حول أصل الكون. ففي عام 1927، نشر الكاهن البلچيكي وأستاذ الفيزياء چورچ لوميتر Georges Lemaitre ورقةً بحثية اقترح فيها أن الكون كان نتيجة انفجارٍ أوَّليٍّ وأنه لا يزال يتمدَّد نتيجة تأثير هذا الانفجار. أشار لوميتر مبدئيًّا إلى هذه الفرضية تحت عنوان "البيضة الكونية"، لكن عمل لوميتر لم يلقَ اهتمامًا حتى أعيد نشره باللغة الإنجليزية في عام -1931 بعد عامين من قيام عالم الفلك الأمريكي إدوين هابل بنشر ورقة مماثِلَة تناقش تَمدُّد الكون. وعلى الرغم من أن اسم "الانفجار العظيم" (The Big Bang) جاء فيما بعدُ، إلَّا أن هابل يُعتبر أول َمن طرح الفكرة بشكل عام، على الرغم من أسبقية كتاب چورچ لوميتر(9).

---

(1) الوتيرة الواحدة uniformitarianism: فَرضيَّة تقول إن القوانين والآليات الطبيعية التي تعمل في الفضاء الكوني الآن هي نفسها التي كانت تعمل في الفضاء الكوني في الماضي وتنطبق على أيِّ مكان فيه. [عن ويكيبيديا، بتصرُّف، المترجمة]

حقيقة أن الكون وكل شيء فيه بدأ من نقطة كثيفة للغاية وأنه لا يزال يتمدَّد منها يمكن أن تُؤكِّدَها على نحو أكبر نظريَّةُ النسبية العامَّة لأينشتاين - عام 1915 - على الرغم من أن هذه النظرية لا تستطيع تفسير الفيزياء الفِعليَّة للانفجار نفسه. تشير النظريات الجديدة التي تحاول تعديل معادلات أينشتاين واستيعاب هذه المشكلة إلى أن الكون قد يكون لا نهائيًّا، بدون بداية أو نهاية، لكن هذا البحث المثير للاهتمام أقل أهمية لأغراضنا من آليات التنظيم التي بدأت بفعل الانفجار العظيم(10).

يعتقد علماء الفيزياء الفلكية أن الكون، بعد الانفجار العظيم، كان مأهولًا بأبسط الذرات والجُسَيمات الذَّرِّيَّة. تصادَمَت هذه الجزيئات البسيطة المكوَّنة من ذَرَّات الهيليوم والهيدروچين ثم اتَّحَدَت بمرور الوقت وتجمَّعَت في النهاية في عناصر مُعقَّدة على نحوٍ مُتزايِدٍ، مثل الكربون والأكسچين. هذه بدورها تجاذَبَت وتنافَرَت بسبب شحناتها الذَّرِّيَّة لتُشكِّل جزيئات مثل الماء، جَرَت هذه التحوُّلات على مدى مئات الملايين، بل مليارات السنين.

تَشكَّل كوكبنا في مجرَّةٍ من مليارات النجوم عندما انتهى عمر نجم في انفجارٍ عظيم باعِثًا موجاتٍ صادِمةً إلى المجال النجمي. أثَّرَت الموجات الصادمة على سحابة من الغبار، فضغطت الغبارَ إلى درجة من الكثافة سَرَّعَت بانهيار جاذبيته. كانت السحابة الأصلية غير متكافئة؛ لذلك بدأ الغبار في الدوران. تَسبَّب هذا الدوران في انضغاط سحابة الغبار على هيئة قرص. وفي مركز القرص، نتج عن انهيار الجاذبية نجمٌ أوَّليٌّ، وعندما وصل هذا النجم الأوَّليُّ إلى كتلةٍ مناسبة انبعثت عنه تفاعُلاتٌ نووية حرارية ليصبح نجمًا ساطِعًا. تَصادَم الحُطامُ المتبقي في القرص الدَّوَّار مع بعضه البعض، مُشكِّلًا حصواتٍ تَحوَّلَت إلى صخورٍ، ثم انصهرت واندمجت لتُشكِّل كويكبات. جمع أكبرها الغاز والغبار المتبقِّي، ونَمَت المجموعة لتصبح كواكِبَ تَفاعَلَت بفعل التجاذب مع بعضها البعض ومع النجم الجديد، وتحوَّلَت مداراتها حتى وصلت في النهاية إلى تكوين شبه مستقرٍّ. كان هذا أصل الأرض والشمس. في وقت لاحق من الكتاب، سأطرح السؤال الضروري: مع العدد الهائل من الأنظمة الشمسية والكواكب التي نشأت بفعل هذه العمليات الميكانيكية نفسها، هل من المعقول افتراض أن الحياة حَدَثٌ فَرديٌّ، ليس له مثيل في الكون؟

مُقوّماتُ الحَياة

بعد استقرار الأرض ككوكب، بدأت تبرد بما يكفي لتتشكّل قشرة صخرية ويتكثف بخار الماء، المنطلق من كلٍّ من البراكين وأحداث الارتطام. ونتج عن النشاط البركاني أيضًا غازاتٌ ذات مُكوِّنات أساسية للحياة -الكربون والهيدروچين والأكسچين والنيتروچين- بالإضافة إلى الغازات السامّة، مثل الأمونيا والميثان. كان الغلاف الجوي للأرض القديمة يتألّف بالكامل من هذه الغازات، ولم يترك أي أكسچين حر. ضمن هذا "الحساء البدائي"، اتَّبَعَت الجزيئات العضوية نفس العمليات التي قامت بها بعد الانفجار العظيم: التصادم والتركيز والتنظيم الذاتي لتشكيل جزيئات أكثر تعقيدًا.

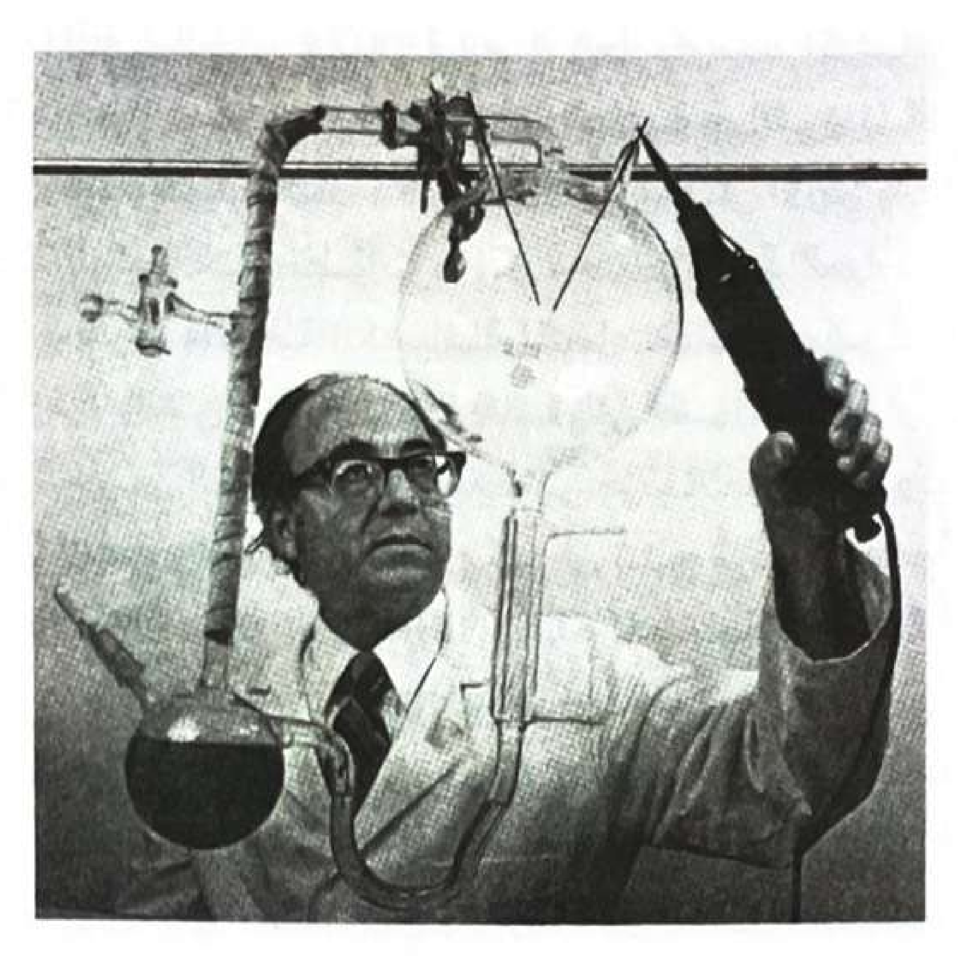
كانت الأرض آنذاك مليئةً بالعناصر المتنوِّعة الضرورية للحياة على هذا الكوكب، ولكن ما الذي قد يشعل القفزة من التوليفات العضوية غير الحية إلى المجتمعات الحية؟ حتى منتصف القرن التاسع عشر، كان هذا التقدُّم يُفسَّر من خلال النشوء التلقائي abiogenesis: أي أن الحياة تتولّد بشكل مستقلّ. كان الناس يشيرون إلى الحالة الكلاسيكية لليرقات والعَفَن الذي يبدو وكأنه ينشأ تلقائيًّا من الخبز الفاسد. لكن لويس باستور -في تجربةٍ لمنع مثل هذا "النشوء التلقائي" ببساطة باستخدام الماء المغلي- كشف عن وجود الميكروبات والعالم المِجهَري، وأدّى ذلك إلى دراسة "النشوء التلقائي"، أو أصل الحياة. كان التولُّد الذاتي مجالًا بحثيًّا نَشِطًا لأكثر من نصف قرن، وتولَّدَت عنه مدرستان عامَّتان للفِكر. إحداهما تُدعِّم فرضية بانسبيرميا[1]، والتي تقول بأن الحياة، التي تُعرَّف على أنها جزيئات مُعقَّدة ذاتية التكاثر، نشأت على الأرض من الفضاء عبر الكويكبات أو المذنَّبات. والمدرسة الثانية مقتنعة بأن الحياة المجهرية نشأت لأول مرة من الظروف الفيزيائية والكيميائية البدائية للأرض.

وبينما كان لفرضية بانسبيرميا دُعاتها، فمن الصعب تخيُّل كيف يمكن للحياة البدائية أن تُطيق الدخول إلى الغلاف الجوي القاسي والظروف المادية الصارمة

(1) فرضية البانسبرميا panspermia hypothesis: هي فرضيَة تعود إلى قُدَماء الإغريق، وتقول بأن "بذور" الحياة موجودة في جميع أرجاء الكون، وأن الحياة على الأرض نشأت من تلك البذور، والتي قد تكون قد أنشأت الحياة في كواكب أخرى. [من ويكيبيديا، المترجمة]

للأرض المبكِّرة(11). علاوة على ذلك، إذا كانت بانسبيرميا قد حدثت أكثر من مرة، فإن السُّلالات الچينيَّة المُتعدِّدة أو الأصول ستكون حاضرةً في التوقيع الچيني للحياة على الأرض، لكن بيانات تَسَلسُل الحمض النووي تُظهِر بدلًا من ذلك أن كل أشكال الحياة على الأرض لها سَلَفٌ چينيٌّ مشترك، أي أننا جميعًا نتبع نفس دليل التعليمات الچينية. أخيرًا، وعلى نحو مُحبِط، فإن نظرية بانسبيرميا تُغيِّر ببساطة الهدفَ الأساسي من التساؤل حول كيفية ظهور الجزيئات المعقَّدة ذاتية التكاثُر في المقام الأول. والحق أن الدليل على فرضية الأصل خارج الأرض هو إلى حدٍّ كبير مسألة نظرية، بدون دعم تجريبي أو تجربة عملية.

على النقيض من ذلك، حَظِيَت الفرضية الثانية، القائلة بأن الحياة نشأت على الأرض من خلال التنظيم الذاتي الكيميائي، بدعم تجريبي قوي ومتزايد. في سنوات العقد 1950، سعى ستانلي ميللر Stanley Miller، وكان لا يزال طالبًا بالدراسات العليا، إلى تمثيل ظروف الأرض المبكِّرة في المختبر (الشكل 1-1). عمل ميلر تحت إشراف هارولد أوري الحائز على جائزة نوبل، وقام بإعداد أواني زُجاجيَّةٍ تحتوي على الماء، والأمونيا، والميثان، والهيدروچين- وهو مزيج كان يُعتقد في ذلك الوقت أنه يقارب الغلاف الجوي المبكِّر. وباستخدام اللهب، قام بتسخين السائل لمحاكاة ظروف كوكب نَشِطٍ بركانيًا، وأوصل شرارات كهربائية لتحاكي البرق. في غضون أيام قليلة، تحوَّلَت المياه إلى اللون الأحمر العميق: صنع ميلر مرقًا من الأحماض الأمينية، يُطلق عليه "الحساء البدائي"، والذي يُعَدُّ أمرًا ضروريًا لنشأة الحياة. وعلى مدى العقدين الماضيين، قامت العديد من التجارب الأخرى بمحاكاة ظروف الأرض المبكِّرة، لا سيما تلك المحيطة بالمنافذ الحرارية المائية في أعماق البحار.



شكل 1-1: ستانلي ميلر، أبو كيمياء أصل الحياة. أظهرت تجارب ميلر البسيطة أنه يمكن تصنيع المُركَّبات العضوية الرئيسية من مواد غير عضوية عن طريق التنظيم الذاتي الكيميائي البسيط. المرجع: Stanley Miller Papers, Special Collections & Archives, UC San Diego.

عندما بـرَدَت الأرض، أصبحت تبدو أكثر شبهًا بما هي عليه اليوم، مُكتَمِلَةً بقشرةٍ صلبة وغطاء (يُسمَّى أحيانًا بالوشاح) فوق قلبها الحراري النووي السائل والساخن. يظلُّ هذا القلب ساخنًا بدرجةٍ تُماثِل درجة حرارة الشمس، بسبب الاضمحلال الإشعاعي، مثل الكتلة الكبيرة لمفاعل نووي حراري. تدفع التفاعُلات بين هذا القلب الساخن والسطح البارد للقشرة والماء تدفع حركة الصفائح القارية (التكتونيَّة) التي، عندما تتصادم، يمكن أن تؤدي إلى ظهور السلاسل الجبلية، وعندما تنفصل، تعرض القشرة والقلب لسطح الأرض. هذا التعرُّض وحركة مادة الوشاح المنصهرة نحو السطح هو ما يمكن أن يؤدي إلى تكوينات أرضية مثل جزر هاواي، أو إلى منافذ تنفيس حرارية مائية، مثل تلك التي يتمُّ استغلالها للحصول على الطاقة في أيسلندا حيث تتصادم صفيحتا أوروبا وأمريكا الشمالية.

جذبت المنافذ الحرارية المائية انتباهَ العلماء منذ اكتشافها في عام 1949، وهي مسؤولة عن بعض أهم الاكتشافات العلمية في القرن الماضي. ففي الوقت الذي تعمل فيه جميع النظم البيئية الأخرى على الأرض بالطاقة الشمسية، فإن الأنظمة البيئية التي تطوَّرَت داخل وحول المنافذ الحرارية المائية تستمدُّ طاقتها من الحرارة والطاقة الكيميائية المتصاعدة من مركز التفاعلات النووية في جوف الأرض- والتي هي بدورها بقايا من أصول الانفجار الكوني العظيم. تتيح منافذ التنفيس الحراري إمكانية تكوين مُرَكَّبات فيزيائية وكيميائية جديدة، لأن الضغط المرتفع والحرارة العالية يمكن أن تُنتِج مُرَكَّبات عضويَّة أكثر تطوُّرًا، مثل السكريات والأحماض الأمينية(12). هذه المجتمعات الحالية للكائنات الحَيَّة الفريدة الموجودة بالقرب من المنافذ الحرارية المائية والتي تعتمد على هذه المنافذ، تأسَّسَت هذه الكائنات الفريدة على بكتيريا التخليق الكيميائي، بدلًا من التخليق الضوئي: تقوم البكتيريا الموجودة في النظم البيئية لتلك المنافذ بتحويل غاز الهيدروچين أو ثاني أكسيد الكربون أو الميثان إلى مادَّةٍ عُضويَّة كمصدر للطاقة. تتشابه ظروف "نقص الأكسچين" هذه أو عدم وجوده، تتشابه بشكلٍ لافِتٍ للنَّظر مع تلك التي كانت موجودةً في الأرض المبكِّرة، وبالتالي يمكن أن تعمل كل من المنافذ الحرارية المائية والتجارب مثل التي أجراها ميلر كتلسكوبات للنظر عبر الزمن لدراسة أصول الحياة.

من خلال هذه التلسكوبات، يمكننا أن نفترض أن الحياة بدأت في بيئة غنية كيميائيًّا وعالية الحرارة وعديمة الأكسچين، تشبه تلك الموجودة في المنافذ الحرارية المائية حيث تتشكَّل عادَةً جزيئات مُعقَّدة. والواقع أن هذه المنافذ الحرارية المائية قد تكون هي المكان الذي بدأت فيه الحياة لأول مرَّة من خلال هذا التكوين والتنظيم الذاتي. ولكن حتى الآن، فإن الجزيئات المعقَّدة هي كل ما تَمكَّن العلماء من تخليقه في ظل الظروف المعملية- حيث لم يتمكَّنوا بعدُ من إعادة تكوين الجزيئات العضوية ذاتية التكاثر بشكل مصطَنَع، من الصِّفر، والتي من شأنها أن تُمثِّل اللحظة الأولى من الحياة وهي حجر الزاوية في التطور.

ولكن كيف انتظمت الجزيئات المعقَّدة لتُشكِّل كائنات حيَّة أولية ذاتية التكاثر، وهي المادة الخام للانتخاب الطبيعي؟ أو ببساطة، متى نظَّمَت الجزيئات نفسها لبدء الحياة؟ على أية حال، فإن العلامة التعريفية "للحياة" هي القدرة

على التكاثُر والتوالُد. هناك نظريتان في هذا الشأن. الأولى هي أن الجزيئات ذاتية التكاثر، أو الأحماض النووية، تم تنظيمها من نفس الأحماض الأمينية التي تولَّدَت في الصيغ الطبيعية من تجارب مشابهة لتجربة ميلر ويوري، وأن هذه الجزيئات خضعت بعد ذلك للانتخاب الطبيعي. لكن هذه الفرضية تتطلب أن تتشكَّل جزيئات مُعقَّدة ذاتية التكاثر، مثل الرنا RNA، أو الحمض النووي الريبي (الذي يتحكَّم في النُّموِّ والتمثيل الغذائي)، قبل أن تكون هناك عملية تمثيل غذائي للتسخير والتحكم أو مصدر طاقة لتغذية الحياة.

تقلب النظرية الثانية السيناريو، مقترِحةً أن التمثيل الغذائي لتسخير الطاقة يتمُّ تنظيمه ذاتيًا أوَّلًا، ثم يؤدي إلى إنتاج جزيئات ذاتية التكاثر. وهكذا، تطوَّرَت الجزيئات ذاتية التكاثر للتحكم في هذه الطاقة وجعل التمثيل الغذائي خاضعًا للانتخاب الطبيعي، ويغذي كل ذلك تيار الطاقة المتسرِّب من منافذ التنفيس الحراري. إن فكرة "التمثيل الغذائي أوَّلًا"، التي كتبها نيك لين Nick Lane من جامعة كوليدج لندن بأسلوب أنيقٍ في كتابه Life Ascending (ارتقاء الحياة)، هي الفرضية المفضَّلَة حاليًا(13).

ومع ذلك، فإن اكتشاف إجابة مُحتمَلَة لأصل الحياة لا يحلُّ لغز تنوُّع الحياة المذهل. كيف أدَّى الأصل الجيني المشترك لمثل تلك الأنواع المتباينَة مثل قنافذ البحر والكوندور والإنسان إلى مثل هذا التنوُّع؟ كيف يأتي الاختلاف من التشابه؟

المنافسة... والتعاون

أوضح تشارلز داروين لأول مرة أن الانتقاء الطبيعي هو أساس عملية التطور، حيث إن أي خاصية وراثية للفرد تسمح له بإنتاج نَسلٍ أكثر نجاحًا سوف تنتقل إلى نَسلِه، وفي نهاية المطاف إلى جميع أفراد النوع. تقليديًّا، يرتبط الانتقاء الطبيعي بمفهوم المنافسة؛ لأن المنافسة هي الحلبة التي يتم فيها تجربة واختبار هذه الخصائص القابلة للتوريث، وإثبات أنها تستحق التوريث أو الاستبعاد- إنها نظرية سوق حُرَّة للتطور حقًّا، إذا صح التعبير.

هذا المفهوم التقليدي جذَّابٌ في قوته التفسيرية وبساطته. بعد تاريخنا المبكِّر للحياة، على سبيل المثال، فإن الكائنات الأولية ذاتية التكاثُر قد تتكاثر بأعداد كبيرة أدَّت في النهاية إلى تركيز الموارد الكيميائية في أنظمتها البيئية، ومساحاتها

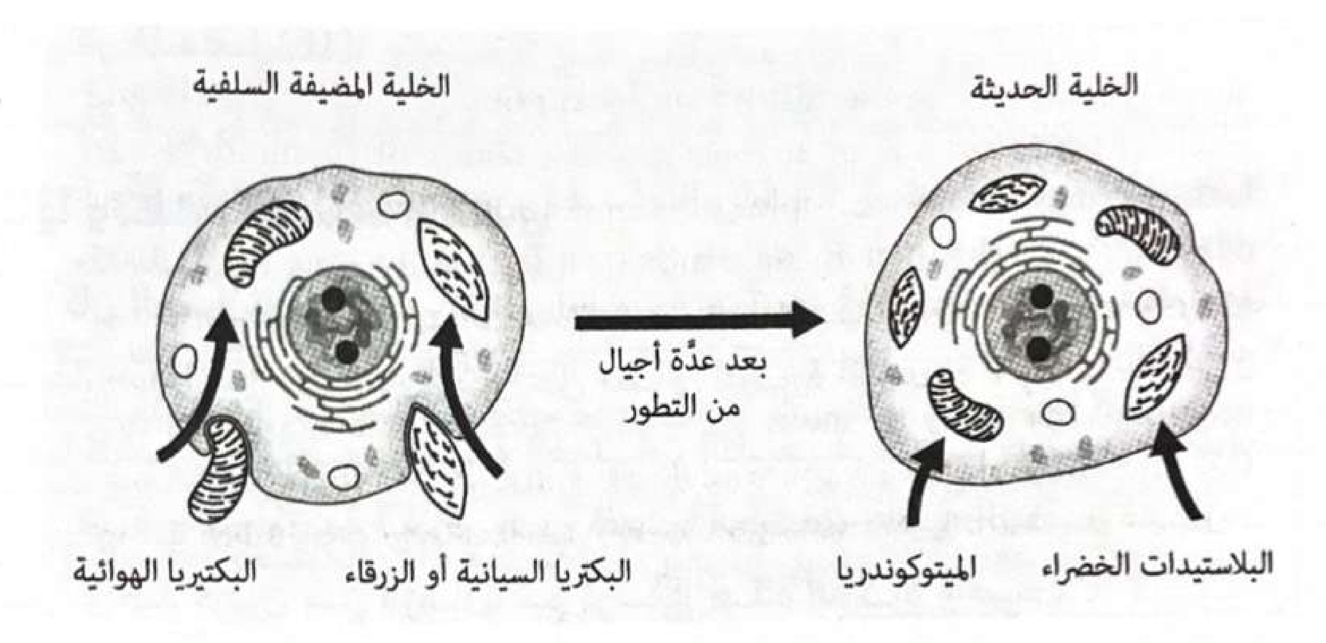
المأهولة. وعندما تصبح الموارد محدودة، لا يمكن أن يستمر التكاثر الذاتي إلا إذا تكيّف أعضاء مُعيَّنون من هذه الأنواع لتمييز أنفسهم على منافسيهم. وقد تؤدِّي التغييرات في البيئة إلى ظهور أنواع مختلفة، مع المنافسة باعتبارها الحافز الأساسي.

ونعرف الآن أن هذا النموذج غير مُكتَمِل وغير كافٍ. تُعدُّ المنافسة مُحرِّكًا مُهِمًّا لتمايُز الأنواع وتطوُّرها بالطبع- ولكنها ليست المحرِّكَ الوحيد. على مدى نصف القرن الماضي، طوَّر العلماء نظريَّاتٍ مُفصَّلة على نحوٍ متزايد، مدعومة بأدِلَّة أكثر إقناعًا من أي وقت مضى، فيما يتعلق بالأهمية غير العادية التي لعبها التعاون في تطور الحياة. وكما سنرى مرارًا وتكرارًا، كان التعاون قائمًا في جميع النقاط الحاسمة في تاريخ الحياة على كوكبنا، جنبًا إلى جانب المواجهات التنافُسيَّة وغالبًا ما تكون مدفوعةً بهذه المواجهات، أو استجابة لها. الواقع أن هناك العديد من أمثلة التعاون التي تفوق منافع المنافسة في نقاط التحوُّل الرئيسية تلك- وهي نفس نشأة الخلايا حقيقية النوى والتنظيم متعدِّد الخلايا؛ كتطوُّر السلوك الجماعي في أسراب الأسماك، أو قطعان الثدييات العاشِبة، أو موائل بلح البحر للتغلُّب على الكائنات المفترسة والمنافسة؛ الروابط الميكروبية الإلزامية القديمة بين النباتات والحيوانات (بما في ذلك البشر)؛ والتعاون البشري من أجل الفوائد الجماعية التي أدَّت إلى زيادة التكاثر والنمو السكاني. لقد خلَقَت هذه العلاقاتُ التَّبادُليَّةُ العالمَ كما نعرفه.

لاستكشاف المزيد من هذه المراجعة الضرورية لنظرية التطور لداروين، لا يسعنا فعل أفضل من مقابلة المفكِّرة المناهضة للعقائد التقليدية لين مارجوليس Lynn Margulis، إحدى أكثر علماء الأحياء المجهرية إبداعًا وإثارة للجدل في القرن العشرين(14). في عام 1970، قدَّمَت مارجوليس أدِلَّةً قوية على الأصل التكافُلي للخلايا النباتية والحيوانية (الخلايا "حقيقية النواة"، والتي تتميَّز بالعضيات) من البكتيريا القديمة الموصوفة سابقًا. كانت هذه الفكرة العامة موجودة منذ ما يقرب من قرن، لكنها لم تكن مدعومة بالبيانات. افترضت مارجوليس أن خلايا الكائنات وحيدة الخلية وخلايا النباتات والحيوانات متعدِّدة الخلايا هي النتاج التطوري لعلاقة تكافلية مُتبادَلة بين البكتيريا القديمة السيانية أو الزرقاء[1] والبكتريا

(1) البكتريا الزرقاء Cyanobacteria: هي بكتريا ذات لون أزرق أو أخضر مزرق، وترجع أهميتها إلى مشاركتها في دورة النيتروجين.

الهوائيـة. لاحظـت مارجوليـس في البدايـة أن جميـع الخلايـا حقيقيـة النـواة تحتـوي علـى ميتوكونـدريـا، وهـي العضيات المسؤولة عـن تحويـل الوقـود إلى طاقـة في الخليـة، وأن هـذه الميتوكوندريـا لا ينظمهـا شريـط الحمـض النـووي الـذي يعيـد إنتـاج وتنظيـم الخليـة نفسـها، ولكـن بالأحـرى عـن طريـق حمـض نـووي دائـري يشـبه الحمـض النـووي للبكتيريـا. مـن هـذا، افترضـت أن الخلايـا حقيقيـة النـوى هـي نتـاج اثنـين متميِّزيـن مـن الأسـلاف، يسـاهم كلٌّ منهـما في الحمـض النـووي الخـاص بـه (شـكل 2-1). بعبـارة أخـرى، هـذه الكائنـات البدائيـة المختلفـة "عملـت معًـا" وأصبحـت في النهايـة خلايـا الحيـاة لـكل أنـواع النبـات والحيـوان(15).



شـكل 2-1: نظريـة التعايـش الداخـلي لكيفيـة نشـأة الخلايـا حقيقيـة النـوى (ذات نـواة) مـن كائنـات بدائيـة النـوى (بـدون نـواة): سـاهم اثنـان مـن الأسـلاف المتميزيـن بحمضهـما النـووي في تكويـن الخلايـا التـي أدت، بمـرور الوقـت، إلى حيـاة كل النباتـات والحيوانـات عـلى الأرض. تـم الترويـج لهـذه النظريـة وإثباتهـا عـلى يـد عالمـة الأحيـاء الدقيقـة الأمريكيـة لـين مارجوليس. اعتمـد الرسـم الأصـلي عـلى مصـادر المجـال العـام.

كان رَدُّ الفعـل في ذلـك الوقـت سريعًـا وقاسـيًا على فرضيـة مارجوليـس "المهرطقة"- القائلـة بـأن جميـع الخلايـا تطـوَّرَت مـن التبادُليَّـة الميكروبيـة، أو "التعايُـش الداخـلي" (endosymbiosis). رُفضـت ورقتهـا البحثيـة الكلاسـيكية حـول هـذه الفرضيـة -والتـي كتَبَتهـا في عـام 1967 عندمـا كانـت لا تـزال طالِبَـةَ دراسـات عليـا- خمـس عـشرة مـرَّة قبـل نشرهـا أخـيراً، ومـا زال البعـض يرفضهـا باعتبارهـا قمامـة. عـلى الرغـم مـن

السخرية الأوَّليَّة، إلا أن أفكارها مقبولة الآن وتدرس في مناهج المدارس الثانوية والكليات. وأدَّى عملها إلى تحطيم التقديرات العامة لداروين بأن العملية التطورية كانت مدفوعةً حصريًا بالافتراس والتنافُس على موارد محدودة. بدلًا من ذلك، كان تطور الحياة مدفوعًا بنفس القدر من الأهمية "بالارتقاء التكافلي" (symbiogenesis)، وهو مصطلح لا يشير فقط إلى تطور الخلايا حقيقية النوى من أسلافها، ولكن أيضًا يمكن تطبيقه على نطاقات أكبر، بعد اشتقاقه من "العيش معًا". الكائنات الحية التي نراها اليوم تكافُليَّةً: تأتي أصولها من عمليات التعاون تمامًا مثل المنافسة، وهي تعيش في توازن بين هذه الأشكال من العيش المشترك والعيش المنفصل(16).

جايا ونظام الإنشاء الذاتي

كان العمل الچيولوچي المؤثِّر لچيمس هوتون في القرن الثامن عشر، والمذكور سابقًا، جزءًا من نظريته الأكبر عن نظام "الوتيرة الواحدة"، والتي وصفت الأرض بأنها تتشكَّل وتنتظم بواسطة العمليات الطبيعية. اعتقد هوتون أن الخصائص الفيزيائية والبيولوچية للأرض هي نفسها مكوِّنات ذاتية التنظيم لكيان تفاعلي أكبر. وبعد قرنين من الزمان، تمَّ توسيع هذه الفكرة وأصبحت "فرضيَّة جايا"، التي سُمِّيَت باسم الإلهة الإغريقية التي تجسِّد الأرض والتي اعتبرت الأم لجميع الآلهة الأخرى. تفترض الصياغة الأولى لفرضية جايا -التي أعدَّتها مارجوليس وكيميائيٌّ بريطاني متخصِّص في الغلاف الجوي هو چيمس لوفلوك James Lovelock (المعروف باختراعه لجهاز أَسْر الإلكترون)- تقول فرضية جايا إن الكائنات الحية تتفاعل مع ما يحيط بها من مواد غير عضوية، مع مواجهة الظروف القاسية وإعادة تدوير المنتجات الكيميائية الثانوية لتُشكِّل على الأرض أنظِمةً مُعقَّدَة ذاتية التنظيم وذاتية التعديل، وذاتية الصيانة. وبشكل مثير للجدل، تشير هذه الفرضية إلى أنه حتى السمات الأساسية للغلاف الحيوي -مثل درجة الحرارة العالمية والغلاف الجوي المحتوي على الأكسچين- تمَّ إنتاجها والحفاظ عليها وما زالت تنظمها الكائنات الحية التي تجعل الأرض صالحة للسكن. هذا يعني أن تطوُّر الكائنات الحية ذاتية التكاثُر أدَّى أيضًا إلى خلق آليات التوازن الداخلي

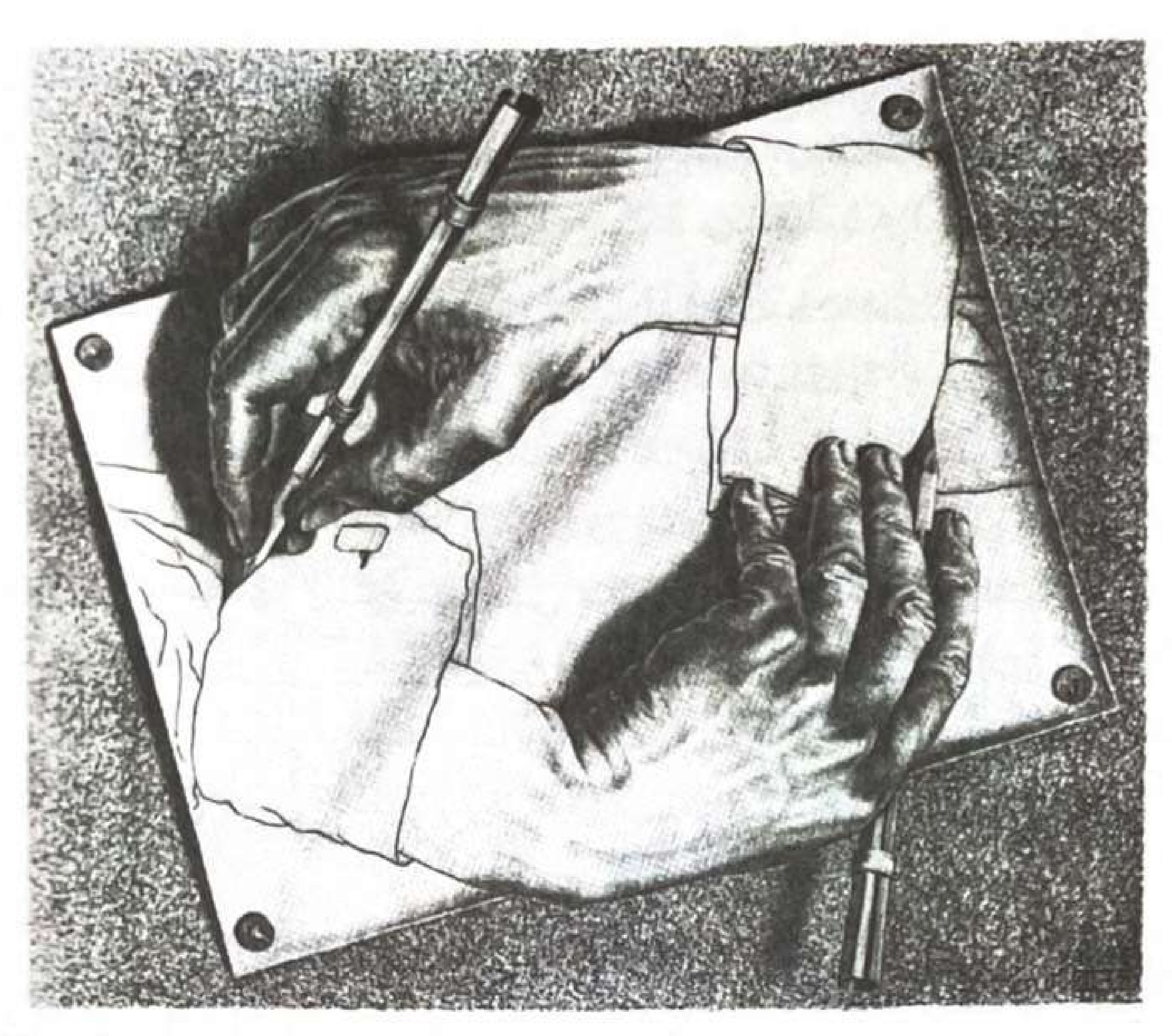
التي من شأنها أن تولِّد وتعيد إنتاج ظروف الحياة على الأرض من خلال خلق حلقات ردود فعل إيجابية.

على سبيل المثال، منذ 3.4 مليار سنة، تطوَّرَت البكتيريا الزرقاء (الطحالب الخضراء المزرقَّة) من أول الكائنات البدائية ذاتية التكاثر. اخترعت البكتيريا الزرقاء عملية التمثيل الضوئي (الأيض)، والتي أتاحت لها تحويل طاقة ضوء الشمس إلى طاقة كيميائية، وكربون غير عضوي، ونيتروچين، مع منتج ثانوي هو الأكسچين. أتاح هذا للبكتيريا الزرقاء تفادي المنافسة مع الميكروبات الأخرى على الجزيئات المحيطة التي تمتصها هذه الميكروبات كطعام. بعد ملياري سنة، أنتجت محيطات البكتيريا الزرقاء ما يكفي من الأكسچين لأكْسَچة الغلاف الجوي والمحيطات بالكامل (إمدادها بالأكسچين)؛ ممَّا أدَّى بدوره إلى خلق بيئة تستطيع فيها البكتيريا تطوير التمثيل الغذائي التأكسدي- وهو شكل من أشكال تحويل الطاقة أكثر كفاءة بكثير من أسلافها البكتريا اللا هوائية. هذه العملية، المعروفة باسم "حدث الأكسچة الأكبر"، هي مثالٌ على كيف يؤدِّي الترابط بين السِّمات العضوية وغير العضوية في العالم إلى ظروف جديدة للحياة. في حلقة التغذية المرتدَّة الإيجابية الأساسية هذه، يؤدِّي التمثيل الضوئي إلى إنتاج الأكسچين كمُنتَجٍ ثانوي؛ مما يتيح عملية التمثيل الغذائي المؤكسَچة ذات الكفاءة العالية، والتي بدورها تخلق نفايات ثاني أكسيد الكربون التي تُغذِّي عملية التمثيل الضوئي. وإعادة تدوير منتجات النفايات هو المحور الأساسي لفرضية جايا Gaia، ربما أفضل تصوير له هو التوازن الداخلي المستَتِبُّ لغلافنا الجوي. وهذا التوازن، والذي هو نتيجة ثانوية لدعم النباتات المُنتِجَة للأكسچين والحيوانات المستَهلِكَة للأكسچين، يتحكَّم في مناخنا العالمي.

يوضِّح هذا المثال أيضًا جانبًا رئيسيًّا من فرضية جايا والنظريات الأخرى المتعلِّقة بالتنظيم الذاتي: "النشوء الذاتي"، وهي عملية خلق الذات من خلال ردود الفعل الذاتية التي شُرِحَت لأول مرة عام 1971 على أيدي عالِمَيْ الأحياء التشيليَّيْن: هامبرتو ماتيورانا Humberto Maturana وفرانسيسكو فاريلا Francisco Varela (شكل 3-1). لكن النشوء التلقائي ليس مجرَّدَ خلق ذاتي: فهو يشير أيضًا إلى التأثيرات المتبادَلَة لما تم إنشاؤه. بعبارة أخرى، فإن النظام (المبسط) "البكتيريا الزرقاء + الغلاف الجوي" تُحرِّك عبر مسار التوازن الاستتبابي الداخلي حيث

ازدهـرت البكتيريـا الزرقـاء في عـالم نقـص الأكسـچين- لكنهـا أيضًـا أطلقـت الأكسـچين كمُنتَـجٍ ثانـوي. ثـم أصبـح وجـود المنتـج الثانـوي جـزءًا مـن النظـام ومـع نُمـوِّ كميـة الأكسـچين، تغـير النظـام، وأصبـح شـيئًا أقـرب إلى "البكتيريـا الزرقـاء + الغـلاف الجـوي المؤكسَـج + الجزيئـات الهوائيـة"، ثـم بالتدريـج، نظـرًا لأن الأكسـچين سـامٌ للبكتيريـا الزرقـاء، "الجزيئـات الهوائيـة + الغـلاف الجـوي + البكتيريـا الزرقـاء المنقرضـة تقريبًـا، ولكنهـا لا تـزال موجـودة حتـى اليـوم". لذلـك يتحـرَّك النظـام الـذاتي التكويـن عـلى طـول حلقـات التغذيـة المرتـدَّة التـي تغـير ظـروف النظـام في النهايـة. إنـه يتكاثـر ذاتيًّـا، لكـن ليـس عـلى نحـو تـام.

تفـترض فرضيَّـةُ جايـا أن عمليـات النشـوء الـذاتي والتنظيـم الـذاتي تعمـل بشـكل متزامِـنٍ لجعـل الأرض صالِحـةً للسَّـكن ولخلـق تنـوُّعٍ للكائنـات الحيـة الموجـودة اليـوم. مـن اسـتقرار درجـة الحـرارة إلى ملوحـة المحيطـات وأكسـچين الغـلاف الجـوي، تفـترض فرضيَّـةُ جايـا أن التطـوُّرَ قـد أثَّـر عـلى البيئـة العالميـة إذ أدَّى إلى إعـادة تدويـر منتجـات النفايـات ومـن خـلال تعزيـز الاسـتقرار والتـوازن الـذي سـمح بالتطـوُّر البيولوچـي المتنـوِّع. لا تفـترض فرضيـة جايـا أن الكائنـات الحيـة تُطـوِّر خصائـص لصالـح المحيـط الحيـوي -لا بُـدَّ أن نتذكـر أن هـذه العمليـات التطوُّريـة ليسـت غائِيَّـةً- بـل بالأحـرى تُطوِّر الكائنـات الحيَّـةُ شـبكاتٍ مُتبادَلـة مـن الاعتـماد المتبـادَل التـي ترتبـط بعـد ذلـك بالاسـتقرار العالمـي. وبصـورةٍ أعَـمَّ، يشـير ذلـك إلى أن عمليـات التنظيـم الـذاتي والتعاون المتبـادل تقـود كل مسـتوى مـن مسـتويات أصـل الحيـاة؛ لأن الأفـراد والأنـواع مرتبطـون "دائمًا" بالأفراد والأنواع الأخرى وبتشكيل وإدارة نظمهم البيئية(17).



شكل 1-3: الأيدي ترسم، لوحة موريس إيشر M. C. Escher، توضيح مجازيٌّ قويٌّ للنشوء الذاتي- قدرة النظام على التكاثُر والحفاظ على نفسه. © Escher in het Paleis, Den Haag/Fine Art Images/age fotostock.

لكن فرضيَّة جايا "منقوصة"، ولا تزال تُوَجَّه ضدها انتقادات قَيِّمة باستمرار. الأكثر إدانة، أن الفرضية قابِلَة للاختبار على نحوٍ مُتلازِم فقط، حيث يمكن للعلماء دراسة ردود الفعل الإيجابية بشكل تجريبي داخل وبين الأنظمة البيئية الأصغر فقط. إن اختبار فرضية جايا وتأثيراتها العالمية سيتطلب دراسة مقارنة للحياة والأنظمة عبر الكواكب؛ لأن الأرض في الوقت الحالي هي نقطة البيانات الوحيدة للمزاعم التي قدَّمَها أنصار جايا. قد يبدو هذا بالنسبة للكثيرين وكأنه فكرة بعيدة المنال، ولكنها فكرة يتوقَّع العلماء أن يكونوا قادرين على تحقيقها في غضون جيل أو جيلين. بدون هذه الدراسة المقارنة، يمكن نقد الفرضية، وذلك حاصل بالفعل، حيث تتهم بأنها محاولة غائية لوصف العمليات الطبيعية من حيث إدراك وظيفتها أو غرضها. أي أن فرضية جايا تدَّعي أن الأشياء على هذا

الحال بسبب ردود الفعل الإيجابية عبر التاريخ، في حين أن التفسير الأكثر كلاسيكيةً للانتخاب الطبيعي قد يدَّعي أن المواد غير العضوية ببساطة هي التي كذلك، وأن الحياة العضوية قد تشكَّلَت وانتشرت بناءً على القدرة على البقاء.

في الوقت الحالي، فإن ما يمكن للعلماء فعله هو استكشاف الآليات التي ربما تكون قد خلقت الحياة على الأرض بدقَّة والاستمرار في دراسة أمثلة أصغر من أنظمة النشوء الذاتي، مثل الشعاب المرجانية والمستنقعات المِلحيَّة. تُظهر هذه الأنظمة العضويَّة اعتمادًا على ردود الفعل الإيجابية التي تخلق وتحافظ على هيكلها وتنظيمها وإنتاجيتها التي يمكن التنبُّؤ بها- وهي نفس ردود الفعل التي، على نطاق أوسع، أدَّت في النهاية إلى تطوُّر الحالة البشرية. إنها أفضل أنظمة النماذج المتاحة لاختبار فرضية جايا وفي النهاية القدرة على التنبؤ بتطوُّر الكائنات المعرفية، أي حتى يمكن اختبار الفرضية نفسها مقابل الحياة على الكواكب الأخرى.

المستنقعات المِلحيَّة: دراسة حالة في الاعتماد المتبادَل والتنظيم الذاتي

استثمرتُ الكثير من مسيرتي المهنية في النظر إلى أنظمة بيئية محدَّدة وفحص تأثير القوى القوية غير المعروفة على التبادُليَّة والتوازن بين العمليات التنافُسيَّة والتعاونية التي تدور داخلها. في أوائل سنوات العقد 1980، عملت على التفاعلات الإيجابية المتبادلة بين بلح البحر في المستنقعات الملحية لنيو إنجلاند وسرطان البحر العازف، وهي تفاعُلات أشعر أنها تُوفِّر مثالًا نموذجيًّا وواضحًا لقوَّة حلقات التغذية المرتدَّة الإيجابية.

عُشب الحبل المستنقعي هو "النَّوع التأسيسي" للمستنقعات المِلحيَّة في غرب المحيط الأطلنطي، ممَّا يعني أنها تُنشئ وتحافظ على الإطار المكاني والتبايُن في تنوُّعات التجمُّعات المجتمعية للنظام البيئي(18). والأنواع التأسيسية أو المؤسسة هي المسؤولة عن البنية المادية التي توفِّر السكن والمأوى والدعم للكائنات الحية في أي نظام بيئي. فهي تُنشِئ البنية التحتية البيولوجية للطبيعة.

والدورة الحياتية لعشب الحبل المائي مقيَّدة من ناحية دورته الحياتية بسبب الجليد والعواصف، وحتى في أفضل أيامه يكون فقيرًا في النيتروجين. ولكنه يرتبط

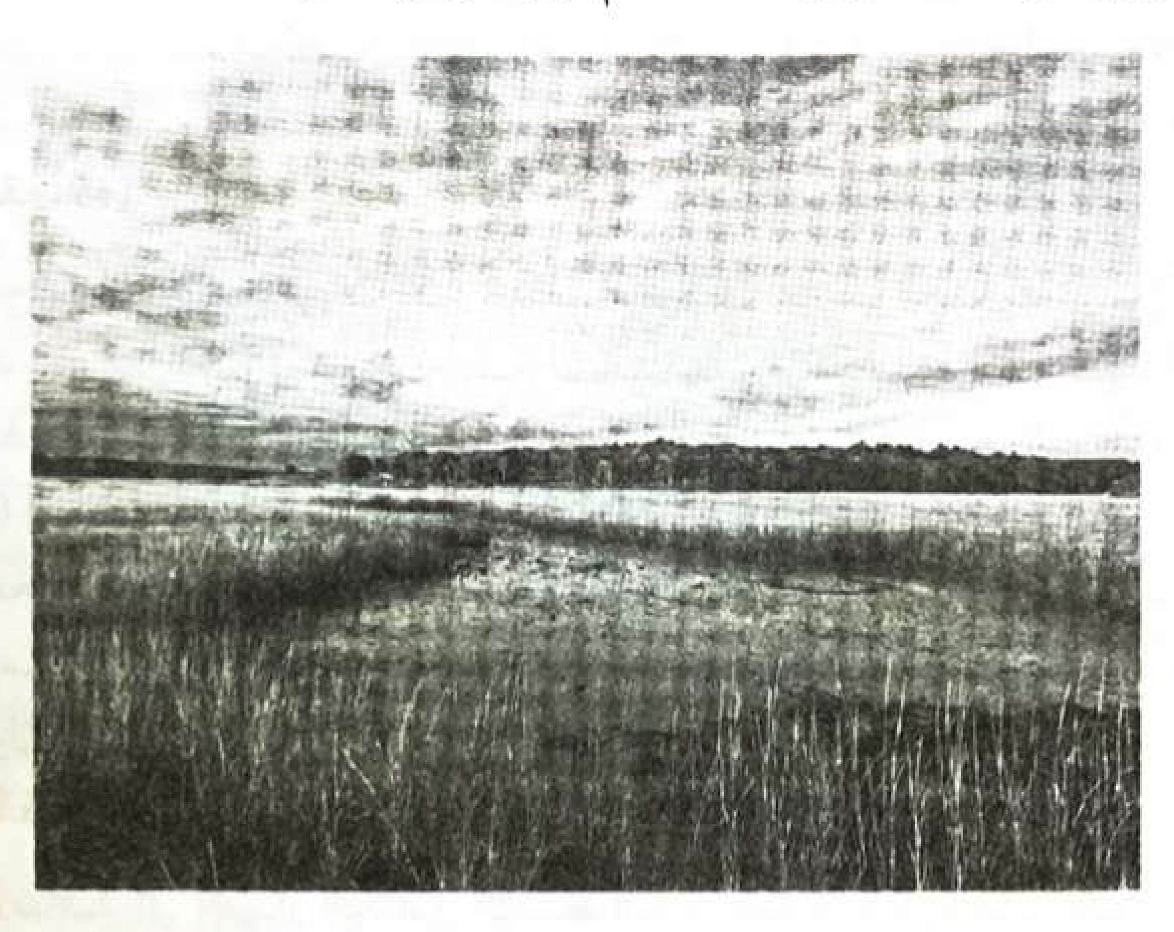
ببلح البحر المستنقعي، الذي يكتسب رزقه عن طريق تصفية الطعام الذي لا يُرى إلا بالمجهر من مياه البحر وإلقاء النفايات الغنية بالنيتروچين على الجذور. يعيش بلح البحر في مجموعات كثيفة ويتصل بجذور عشب الحبل عن طريق خيوطه الجانبية الشبيهة بالأسلاك. يستجيب عشب الحبل لرواسب النيتروچين عن طريق إرسال الجذور إلى تجمُّعات بلح البحر؛ ممَّا يجعل بلح البحر على هيئة مضخَّات تغذية حيَّة وحصنًا بحريًا، في حين أن بلح البحر نفسه مَحميٌّ من الكائنات المفترسة وحرارة الصيف المرتفعة بسبب ظل عشب الحبل. تؤدي هذه الحديقة التكافلية إلى ضفاف مستنقعات صلبة ومكتظَّة بإحكام من عشب الحبل المخصَّب ببلح البحر والشواطئ المحصَّنة ضد التعرية وأضرار الجليد. في مستنقعات چورچيا المنخفضة الغنيَّة بالرواسب، يلعب بلح البحر دورًا أكثر أهمية للتنظيم الذاتي في المستنقعات من خلال التَّحكُّم في تراكُم الرواسب ونمو السَّبخ (الخُثِّ) من خلال التغذية بالترشيح. في هذه الأنظمة، يقوم بلح البحر بتصفية الرواسب من الماء للحصول على الغذاء وتترسب على سطح المستنقع مِلاطُ الرواسب المغطَّى بالمخاط الذي يتراكم ويبني ويربط الأنظمة البيئية الكاملة للمستنقع(19).

ومع ذلك، في مستويات أكثر ارتفاعًا، يتوقف عشب الحبل بسبب انخفاض حركة المياه من خلال سبخ (خُثِّ) المستنقعات المكثَّف وتراكُم المواد النباتية الميتة. هذا هو المكان الذي تدخل فيه السرطانات الكمانية (السرطان عازف الكمان) إلى المشهد. يعتمد سرطان المستنقع العازف على جذور عُشبَة المستنقع لدعم مخابئه وعلى العشب الموجود فوق الأرض لحمايته من المفترسات. ومثل جيش من الجرارات، يحرث السرطان العازف رواسب المستنقعات ويعالجها للحصول على الغذاء؛ ممَّا يزيد من تدفُّق مياه المدِّ والجَزْر عبر مناطق المستنقعات المرتفعة ويسمح للمغذيات بالمرور والتدوير.

بالإضافة إلى إظهار التكافُل النشط الذي يُغيِّر النظام البيئي الذي تُنشِئُه الكائنات الحيَّة وتعيش فيه بشكل متزامِن، يمكن لحالات مثل حالة مستنقعات المياه الملحية في أمريكا الشمالية أن تشرح أحد المكونات الأخرى للتنظيم الذاتي للعالم ذاتي التكوين: وهو التنظيم التراتبي الهرمي (شكل 1-4). نوقش التنظيم التراتبي الهرمي لأول مرة بالإشارة إلى تطور الكائن الحي منذ ثلاثين عامًا على

يـد ليـو بـوس Leo Buss، ويبـدأ هـذا التنظيـم بالاعتـماد البسـيط للاسـتعمار البـدائي لأي كائـن حـي عـلى الهيـاكل أو العمليـات الثانويـة. ومـع نشـأة تلـك المسـتعمرة أو تطوُّرهـا، تصبـح أكـثر تعقيـدًا- لكـن هـذا التعقيـد يعتمـد عـلى البسـاطة بالمقارنـة لسـابقتها(20).

تكـون الأنـواع الأساسـية -وهـي في حالتنـا، عشـب الحبـل المـائي- رائـدة في الحيـاة في نظـام بيئـي مُعـيَّن. فعـلى سـبيل المثـال، عنـد اسـتقرارها عـلى خـطٍّ سـاحلي جديـد، يزيـد عشـب الحبـل مـن ترسـيب الرواسـب عـن طريـق إبطـاء تدفُّـق الميـاه، وبمـرور الوقـت يـؤدِّي ذلـك إلى موطـن مُسـتقرٍّ جيـد التصريـف يمكـن أن تنتقـل إليـه نباتـات المسـتنقع الأخـرى. مـن حلزونـات الشـواطئ المفروشـة الحـصى إلى السرطـان العـازف، وحتـى مالـك الحزيـن الأزرق الكبـير، يـؤدي التنـوع النبـاتي المتزايـد إلى زيـادة التنـوع والتعقيـد داخـل النظـام البيئـي بأكملـه. يصنـع التنظيـم الـذاتي التراتُبـيُّ هيـكلًا مكانيًّـا يمكن التنبُّؤ به لهذه العناصر، يستمد النظام من الفوضى السابقة.



شـكل 1-4: مسـتنقع وينجـز نـك في كيـب كـود بمدينـة بـورن، ولايـة ماساتشوسـتس. يرجـع الهيـكل المـكاني المذهـل وتنظيـم المسـتنقعات الملحيـة معًـا، إلى عمليـة التنظيـم الـذاتي التراتبـي، والتـي بدورهـا تكـون مدفوعـةً بالتـوازُن بـين التفاعـلات الإيجابيـة والسـلبية بـين الأنـواع المحليـة. الصـورة بكامـيرا المؤلِّـف.

قدَّم عالِم الكمبيوتر هربرت سيمون Herbert Simon مثالًا توضيحيًّا معروفًا لمثل هذه المنظومة -والتي نجدها في مجالات مختلفة من الاقتصاد إلى الذكاء الاصطناعي- تحت عنوان "أمثولة صانعي الساعات". في هذه الأمثولة، أو الصورة الرمزية، يقوم اثنان من صانعي الساعات، هورا وتيمبوس، بصناعة ساعات رائعة ومُعقَّدة تضمُّ آلاف القطع. كان هورا يستطيع إنهاء ساعاته بشكل أسرع، وبالتالي يبيع المزيد منها، بسبب تغيير بسيط في كيفية صنعها. في حين كان تمبوس يضيف كل قطعة على حِدَة -وهي عملية محفوفة بالمخاطر تعني أن أي خطأ، كإسقاط ساعة مُجمَّعة جزئيًّا، يستلزم العودة مرة أخرى لجمعها من البداية- بدلًا من ذلك، كان هورا يبني وحدات من عشر قطع لكل منها. هذه التجميعات الفرعية أتاحت لهورا زيادة التعقيد، في شكل من أشكال "التصميم المعياري" الذي انخرط فيه العالم الطبيعي منذ البداية: عندما تطوَّرَت الجزيئات ذاتية التكاثُر، والتي طوَّرَت روابط تكافُليَّة متعايشة معًا في حساء ميكروبي قديم، إلى خلايا مُعقَّدة ونباتات وحيوانات ونظم بيئية وحضارات(21).

تُعَدُّ المستنقعات، التي نشأت ببطء بفعل الكائنات المستعمرة لها، من أكثر النظم البيئية المحلية إنتاجية على وجه الأرض. إنها النظم البيئية التي حوَّلت، منذ مئات الملايين من السنين، طاقةَ الشمس إلى الكتلة الحيوية النباتية المتحجرة التي غَذَت الثورة الصناعية في القرن الثامن عشر: الفحم. إنها أيضًا النظم البيئية التي أنشأت الحضارات الأولى في الأرض التي غمرتها الفيضانات بشكل متكرِّر بين نهرَيْ دجلة والفرات، والمعروفة باسم الهلال الخصيب، ومستنقعات النهر الأصفر في الصين. في عملي المبكِّر افترضتُ أن ردود الفعل الإيجابية، أو التبادُليَّة، يمكن اعتبارها مسؤولة إلى حدٍّ كبير عن نجاح النظم البيئية للمستنقعات التي أطلقت هذه الحضارات الأولى. على نطاق أوسع، يعتبر مثل هذا العمل بمثابة أرضيَّة اختبار تجريبي لتحسين البيئات المتبادَلة والتكافؤ بين الأنواع، على أساس العمليات الضِّمنيَّة للتنظيم الهرمي، والتي بدورها تُعَدُّ وسائل لاختبار المكونات الأساسية للتكافل وفرضية جايا.

في سنوات العقد 1980، كانت دراسة التفاعلات الإيجابية تعتبر مجرَّد قصص لطيفة عن الطبيعة، وليست نظرات فاحصة إلى مُحرِّكات التنظيم الذاتي للكوكب. سواء كنت تقرأ عن النمل الأبيض الذي يحتاج الى ميكروبات لهضم السليلوز

الخشبي، والذي لا يستطيع النمل الأبيض معالجته بمفرده، أو نمل دان جانزن[1] الاستوائي الذي يحمي أشجار الأكاسيا مقابل مكافأةٍ من رحيق السكر، أو التطوُّر المشترك للفراشات والنباتات التي درسها بول إيرليك Paul Ehrlich وبيتر رافين Peter Raven، قليلون رأوا في هذه القصص القواعد العامّة التي من شأنها تغيير النظرية البيئية. لقد كانت استثناءات لقواعد المنافسة والافتراس التي كانت مألوفةً أكثر لعلماء البيئة وأنصار التطوُّر الذين نشؤوا في مناخ الحرب الباردة(22).

وفي حين تظل فرضيّة جايا مترابِطةً بسبب عدم وجود التطبيق العملي السابق نتيجة أن لدينا كوكبًا واحدًا فقط، تتكرَّر النُّظُم البيئية القائمة على الأنواع المؤسسة في جميع أنحاء العالم. وقد أعطى هذا للعلماء إمكانيّةَ اختبار ما إذا كانت الأشجار في الغابات الاستوائية والمعتدلة تعدل مناخاتها المحلية نحو إنتاجية واستقرار أكبر للنظام البيئي، على سبيل المثال، أو كيف يمكن أن تنشأ علاقة تبادُليّة بين الشُّرَكاء من المرجان والطحالب بحيث يمكنها بناء، والحفاظ على، أنظمة الشعاب المرجانية المتنوّعة والمكتفية ذاتيًّا. يمكن لمثل هذا العمل أن يساعدنا في فهم كيفية أن الادّعاءات الأساسية لفرضية جايا -تاريخنا السحيق والغني من التطور المشترك المبني على الاعتماد المتبادَل- يمكن أن تكون مستمرّةً حتى اليوم(23).

الميكروبات والإنسانيّة

كل شيء، من الخلايا حقيقيّةِ النواة والمستنقعات المِلحيّة في نيو إنجلاند، هكذا نضع نظرياتنا، كل شيء في الأرض بأكملها، مبنيٌّ على تكوين وتعاون عناصر مختلفة. قد نكون مستعدِّين لقبول وجهة النظر هذه للحياة والتطور دون الكثير من المناقشة؛ لأننا كنّا مُهيَّئين بشكلٍ متزايد لفهم المخاطر التي يتعرَّض لها النظام البيئي عندما يُجبَر أحد الأنواع على الانقراض من خلال الحصاد المفرط، على سبيل المثال. ومع ذلك، من أجل دراسة التاريخ الطبيعي للحضارة

(1) دان جانزن Dan Janzen: عالم أمريكي مُختصٌّ بالبيئة التطوُّريّة والحفاظ على البيئة وأحد مؤسّسي منطقة الحفاظ على التراث البيئي في جوانا، والذي يعتبر أقدم وأكبر مشروع لاستصلاح واستعادة الموائل في العالم، وأكثرها نجاحًا. [المترجمة]

بشكل صحيح، يجب أن نخطو خطوة أبعد ونعترف بأن الجنس البشري هو في حدِّ ذاته مجموعة تكافُليَّة. نحن، مثل النظم البيئية وديدان الأرض، موجودون بسبب تعاون الأنواع التي ليست منَّا: والأهم من ذلك، نحن موجودون بسبب علاقتنا التكافلية مع عالم الميكروبات.

خلال العقد الماضي فقط بدأنا نفهم الدور الأساسي البارز الذي لعبته الميكروبات، وما زالت تلعبه، في استدامة الحياة على الأرض. نظرًا لِقِصَر زمن جيل الميكروبات (تتكاثر بسرعة؛ ممَّا يخلق فرصًا كثيرة متكرِّرة لتصبح الضغوط التطوُّريَّة سارية المفعول)، الميكروبات متآلِفَة جيدًا مع بيئاتها وتُشكِّل أنظمة دفاع تطوُّريَّة للحماية من التهديدات من جميع النباتات والحيوانات متعدِّدة الخلايا، بما في ذلك الإنسان. وفوق ذلك، ترتبط الفقاريات بتريليونات الميكروبات، التي يسكن معظمها في الجهاز الهضمي، والتي تلعب أدوارًا لا تُقدَّر بثمن في تطوير وأداء مضيفيها، وعلى وجه الخصوص في الهضم والدفاع. لقد طوَّرَت جميع الكائنات مُتعدِّدة الخلايا روابِطَ تكافُليَّةً مع مجموعات الميكروبات التي تسكنها، والتي يشار إليها مجتَمِعَة باسم "الميكروبيوم" الخاص بكل كائن. تؤثر الميكروبات على الصحة العامة، ومقاومة الأمراض، وكفاءة التمثيل الغذائي لمضيِّفيها، وهي مضبوطة تطوُّريًّا مع الأنواع وبين ساكنات الأنواع. وبالتالي، يمكن وينبغي اعتبار جميع الكائنات متعددة الخلايا كائناتٍ حيَّةً فائقة التطور، لها روابط تكافلية مشتركة مع ميكروباتها(24). فالميكروبات هي الحاملة والداعمة للحياة، وهي في نفس الوقت أكبر الأخطار التي تُهدِّد هذه الحياة، والحياة البشرية ليست استثناءً من ذلك(25).

منذ زمن مبكر جدًّا، عندما قادت الميكروبات الطريق لظهور الخلايا المعقدة الأولى، ارتبطت بتنوع الحياة في علاقات تكافُليَّة وعدائية مختلفة. في البشر، تشكِّل الميكروبات 90 في المائة من خلايا الأمعاء الغليظة، ويتحكَّم ميكروبيوم الأمعاء البشرية في العديد من المسارات الحاسمة لعملية التمثيل الغذائي للإنسان. حتى أن الأدِلَّة الحديثة تشير إلى أن الزائدة الدودية في البشر، التي ساد الاعتقاد طويلًا بأنها عضوٌ أثريٌّ عديم الفائدة، يعمل في الواقع كمخزنٍ آمِنٍ أو مستودع لبكتيريا الأمعاء الهامَّة. بعد أن يؤدِّي مرض الجهاز الهضمي مثل الدوسنتاريا إلى استنفاد الميكروبات اللازمة لنا، على سبيل المثال، يمكن للملحق إعادة ملء أجهزتنا

الهضمية بهذه الميكروبات. لا بُدَّ وأن الدوسنتاريا الشديدة كانت شائِعةً للغاية بين أسلافنا؛ عندما وسَّعوا نطاقاتهم الجغرافية وطوَّروا وجباتهم الغذائية، فكان لا بُدَّ أن يواجهوا العديد من التهديدات الجديدة لمجموعات الميكروبيوم الخاصة بهم(26).

لقد استغرقنا وقتًا طويلًا حتى نلاحظ الآثار الإيجابية لشركائنا الميكروبيين. بدأ البحث في هذا الاعتماد المتبادل لأول مرة منذ قرن من الزمان عندما فاز إيليا إيليتش ميتشنيكوف lya Ilyich Mechnikov وبول إيرليك Paul Ehrlich بجائزة نوبل عام 1908 في الطب أو علم وظائف الأعضاء؛ لاكتشافهما الاعتماد المتبادل بين الإنسان والميكروبات. قبل عملهم، كان اكتشاف باستور للحياة الميكروبية متوافِقًا بسهولة مع نظرية الجراثيم المتعلِّقة بالأمراض في القرن الماضي، والتي تم فيها شيطنة الميكروبات عالميًّا باعتبارها تهديداتٍ ومخاطرَ على صحَّة الإنسان. هذه الرابطة، التي لا تزال مؤثِّرة وتتوسَّع، قيَّدَت لعدة قرون أيَّ حركة لتوضيح أهمية الميكروبات لصحة الإنسان. حتى وقت قريب نسبيًّا، كان مصفِّفو الشعر أكثرَ تآلُفًا ودفاعًا عن الفوائد الميكروبية من أطبَّاء الأسرة. واليوم، تعطَّلَت عملية البحث هذه بسبب نجاحات الطب الحديث، وهي نجاحات تُشكِّل تهديدات في نفس الوقت، لأن الوجود الشامل للمضادات الحيوية قد أحدث خللًا في توازُنِنا بين الميكروبات الجيدة والسيئة.

ومع ذلك، فإن استخدام الميكروبات البشرية كأدوات للعلاج أدى إلى نهضة في الطب الحديث. تُظهر الأبحاث المعاصرة، على سبيل المثال، أن بكتيريا الأمعاء تصنع ڤيتامينات B7 و B12 وK، والتي تساعد على حماية أجسامنا من أمراضٍ تتراوح من مرض السُّكَّري إلى السرطانات إلى مرض الزهايمر(27). كثير من قوة الميكروبات يأتي من قدرتها على التكاثر خلال "نقل الچينات العمودي "، وهو شكل من أشكال التكاثُر أسرع بكثير من طريقة تكاثر الخلايا النباتية والحيوانية. هذا يمنحها القدرة على التطور بسرعة بالمقارنة بتغيُّر النظم البيئية. علاوة على ذلك، يمكن للميكروبات نقل الچينات مباشرةً دون تكاثُرٍ جنسي عن طريق الاندماج بين الأفراد. يسمح هذا النقل الچيني "الأفقي" أو "الجانبي" للميكروبات بالعمل كشبكاتٍ للمناعة والتحمُّل؛ ممَّا يجعلها أهمَّ حليف لنا وخَطَّ الدفاع الأول في مكافحة الأمراض.

إن هـذا العـالم غـير المـرئي الـذي يعيـش داخلنـا هـو الـذي يتطلَّـب مِنَّـا إعـادة تعريـف البـشر ليـس ككائنـات حيَّـة متميِّـزة، بـل ككائنـات فائقـة تكافُليَّـة تعتمـد في عمليـة التمثيـل الغـذائي بشـكل وثيـق عـلى العمليـات الميكروبيـة. نحـن مجموعـة منسَّـقة مـن الخلايـا التـي هـي في حـدِّ ذاتهـا نتـاج العلاقـات التكافليـة الحيويـة، تعيـش عـلى كوكـب هـو نفسـه مصمَّـمٌ بيولوجيـا مـن خـلال المـوائـل والكائنـات الحيـة الموجـودة فيـه. نحـن لسـنا كائنـات مسـتقلَّةً: نحـن بالأحـرى نتيجـة علاقـات متبادَلَـة وتعاونـات لا حـصر لهـا. وكـما قـال والـت ويتـمان بتعبـير بليـغ: "إنّنـي كبـيرٌ. أحتـوي عـلى حشـود"(28).

الفصل الثاني

الحياة في السّلسِلَة الغِذائيَّة

في الجدول الزمني للجنس البشري، تُعدُّ الحضارة ظاهرةً حديثة العهد. فقد تطوَّر البشر الأوائل منذ 2 مليون إلى 2.5 مليون سنة وانتشروا في جميع أنحاء العالم منذ 200 ألف عام فقط. وقبل 40 ألف عام فقط، وقف الهوموسابينس، أو الإنسان العاقل، وحده كآخر الأنواع البشرية المتبقِّية على الأرض، ولم تظهر الحياة المستقرَّة والمعتمدة على الزراعة، والتي نعتبرها المكوِّنات الأولى لـ "الحضارة"، إلا منذ حوالي 8,000 عام. فالحضارة -حيث أصبح نوعٌ واحد هو الأكثر هيمنة على هذا الكوكب- هي ومضة خاطفة في عمر الحياة على كوكب الأرض، قوية بشكل حيوي، وسريعة التطوُّر بشكل مذهل، ومراهقة بشكل مخيف. ماذا حدث في تاريخ الإنسان العاقل وأسلافنا من البشر قبل الحضارة؟ ما الذي حدث كي يُخلَق العالم الذي نعرفه اليوم؟ كيف كانت بداياتنا التكافُليَّة وتطورنا المشترك مع الكائنات الحية الأخرى على الأرض، صغيرها وكبيرها، مَن خَلَقَ العالم المتراتِبَ هَرَميًّا وذاتيَّ التنظيم والقابل للتنبُّؤ الذي نحكمه اليوم؟

عندمـا كنـتُ طالبًـا بالدراسـات العليـا عـام 1978، كان مـن حُسـن حظّـي الانضـمام إلى مُعلِّمـي، عالِـم الأحيـاء التطوُّريَّـة جـيرات، أو جـاري، ڤيرميـج Geerat Vermeij في رحلـة استكشـافية للإبحـار حـول بابـوا بغينيـا الجديـدة وإريـان جايـا عـلى مـتن السـفينة ألفـا هليكـس، سـفينة أبحـاث المؤسسـة القوميـة الأمريكيـة للعلـوم. كانـت رحلتنـا بمثابـة نهايـةٍ لعصرٍ مـا؛ لأن ألفـا هليكـس كانـت الأخـيرة مـن أسـطول مؤسَّسـة NSF (المؤسسـة القوميـة الأمريكيـة للعلـوم) المخصَّـص لاستكشـاف البيولوجيا التطوُّريَّـة والبيئيـة، وكانـت هـذه رحلتهـا الأخـيرة.

جـاري وأنـا، وقـد انضـمَّ إلينـا القائمـون عـلى الأسـماك والقشريـات مـن مؤسَّسـة سميثسـونيان ومعهـد سـكريبس لعلـوم المحيطـات، كنَّـا نختـبر فكـرة أن الافـتراس الـذي تقـوم بـه السرطانـات والأسـماك التـي تكـسر القواقـع قـد أثَّـر عـلى تطـور التنـوع البنيـوي لقواقـع الحلـزون البحريـة. في كل مسـاء، كنَّـا نقـوم بمسـح المخطَّطـات والخرائـط ونقـرر أيـن نسـتيقظ في الصبـاح لقضـاء اليـوم في جمـع وتسـجيل قواقـع غينيـا الجديـدة التـي أصابهـا المفـترس ونقـوم بإصلاحهـا، وظللنـا نكـرر العمليـة عـلى مـدى شـهرين تقريبًـا. اسـتخدمنا السرطانـات الناسِـكة لجمـع قواقعنـا؛ لأن السرطانـات الناسـكة تعتمـد عـلى قواقـع الحلـزون الفارغـة كـمأوى؛ مـما يجعلهـا أشـبه بالموظـف المثـالي للقيـام بهـذا الـدور.

كان السـاحل الشرقـي لغينيـا الجديـدة غـيرَ مأهـول بالسـكان إلى حـدٍّ كبـير بسـبب غابـة المنجـروف الكثيفـة والخطـيرة (ويسـمُّونها المانجـل "the mangle")، ولم نَـرَ أي شـخص لمـدة أسـبوع تقريبًـا أثنـاء السـفر لمئـات الأميـال عـلى سـواحلها. كانـت مـن آخـر الأماكـن المعزولـة حقًّـا عـلى وجـه الأرض، وقـد جذبـت الاهتـمام الـدولي في سـنوات العقـد 1960 بسـبب اختفـاء مايـكل نجـل نيلسـون روكفلـر. وانتـشرت القصـص والشـائعات، التـي لا يوجـد أي دليـل عليهـا عـلى الإطـلاق، عـن أن مايـكل قُتِـلَ وأكلـه آكِلُـو لحـوم البـشر، رجـال القبائـل، مـن بـين أكـثر مـن سـبعمائة مجموعـة مـن السـكان الأصليـين الذيـن كانـوا يعيشـون في تلـك المنطقـة، والتـي لم تكـن أكـبرَ كثـيرًا مـن ولايـة كاليفورنيـا. لم تكـن الشـائعات مَبنيَّـةً فقـط عـلى جاذبيتهـا أو أنهـا مُحاطـة بهالـة مـن الغرابـة: كان الاتصـال البـشري الفتَّـاكُ بـين قبائـل غينيـا الجديـدة شـائعًا لدرجـة أنـه أصبـح مـن الطقـوس المعتـادة في أحـداث يوميـة تخلـو مـن القتـال: فقـد كان المحاربـون يواجهـون محـاربي الأعـداء عـلى الحـدود الإقليميـة، حيـث كانـوا

يتركـون دروعهـم ويمارسـون أعمالهـم اليوميـة، فقـط لـكي يعـودوا ويسـتعيدوا دروعهـم في نهايـة اليـوم، مكتفـين بتهديـدات احتفاليـة لجيرانهـم مـرة أخـرى.

مـن سـفينة ألفـا هليكـس، أخذنـا قـوارب صغـيرة مـن طـراز بوسـطن ويـلار إلى الشـاطئ لجمـع القواقـع التـي تسـكنها الرخويـات والسرطـان الناسـك، مـع مراقبـة طـوال الوقـت للتماسـيح الزاحفـة التـي غالبًـا مـا تميِّـز عُـشَّ تمسـاح الميـاه المالحـة الأم- أحـد الحيوانـات المفترسـة الكبـيرة القليلـة، مثـل الدببـة القطبيـة وأسـماك القـرش البيضـاء الكبـيرة، التـي تعتـبر البـشر فريسـة. في أحـد الأيـام، ونحـن نقـوم بالتجميـع في صمـت وبالقـرب مـن بعضنـا البعـض - وكنَّـا قـد رأينـا أحـد هـذه التماسـيح في وقـت سـابق مـن ذلـك اليـوم - رأينـا شـيئًا يتحـرك عـلى مسـافة، ويقـترب منَّـا ببـطء. أخـيرًا رأينـا المصـدر: أحـد القـوارب الممتـدَّة الكبـيرة بطـول خمسـين قدمًـا (15 مـترًا) وعـلى متنـه عائلـة مـن السُّـكَّان المحليـين. كان منـزلًا عائمًـا مـن الطـراز الهنـدي الباسـيفيكي القديـم يضـمُّ ثلاثـة أجيـال مـن عائلـة واحـدة، مـن الجَـدِّ إلى الطفلـين وكلبهـم، وقـد تغطَّـت أجسـامهم جميعًـا بالوشـومِ بـدلًا مـن الملابـس.

ورغـم أننـا لم نسـتطع فهـم لغتهـم -ولا حتـى جـاري، الـذي نشـأ في هولنـدا وكان بإمكانـه التحـدُّث بخمـس لغـات عـلى الأقـل بطلاقـة- فقـد أقنعناهـم بطريقـةٍ مـا بالعـودة معنـا إلى السـفينة العاطلـة، حيـث كان مُترَجِمنـا. ولم يسـتطع هـو أيضًـا التواصُـلَ مـع العائلـة، ولكـن بحلـول اليـوم الثـاني، حـلَّ جـاري لُغتَهـم. كانـت غينيـا الجديـدة مُسـتَعمَرَةً هولنديـة لقـرون حتـى عـام 1975، قبـل زيارتنـا ببضـع سـنوات فقـط، وتمكَّـن جـاري مـن العثـور عـلى مـا يكفـي مـن اللغـة الهولنديـة التـي تخلَّلَـت لغتهـم، واسـتخدمها لكـسر حاجـز الاتصـال. علمنـا أننـا كُنَّـا أوَّلَ الغربيِّـين الذيـن رأتهـم الأسرة عـلى الإطـلاق، وأن هـذه العائلـة كانـت تمـارس القنـص والجمـع، وتعيـش بالطريقـة التـي عاشـها البـشر لآلاف السـنين.

أخبرونـا أنهـم يقضـون اليـوم في الصيـد في مناطـق المنجـروف السـاحلية، لكـن في المسـاء كانـوا يطهـون الطعـام وينامـون بعيـدًا عـن الشـاطئ لتجنُّـب تماسـيح الميـاه المالحـة. كانـوا يسـتخدمون الأدوات الحجريـة والمعدنيـة، وكانـوا يسـافرون لمـرَّةٍ واحـدة خـلال الشـهر القمـري بطـول السـاحل للزيـارة، والتجـارة، والاحتفـال مـع عائلتهـم الممتـدَّة. كانـت هـذه العائلـة لا تـزال جـزءًا مـن سلسـلة الغـذاء، وكان روتينهـم

اليومي وانتشارهم محكومًا بالحيوانات المفترسة. علَّمَتني مثل هذه التجربة مدى عدم استقرار هيمنتنا على الأرض، ومدى ارتباطنا الوثيق بالماضي، ومدى تطور الحياة المستقرة والمتحضِّرة التي نأخذها الآن كأمر مُسلَّم. كيف حدث أن أشباه البشر، وهم أجناسٌ ضعيفة بدنيًّا جزءًا لا يتجزأ من سلسلة الغذاء، يعيشون تحت رحمة الحيوانات المفترسة والظروف المناخية القمعية في بيئات يلوذون بها، أصبحوا هم النوع الذي يتحكَّم الآن، دون منافسة من أي نوع آخر، في سلاسل الغذاء التي تتحكَّم في الحياة كلها؟ والأهم من ذلك، ماذا يعني أن تقوم عدسة التاريخ الطبيعي -التي نستخدمها- بوصف تطور الحضارة ليس كخيار أو مصادفة، ولكن كمصير تطوري؟

صُنعُ البَشَر

الواقع أن نفس العمليات التي أدَّت بيولوجيًّا إلى خلق تنوُّع الحياة على الكوكب، من الميكروبات إلى الرخويات والتماسيح وأشجار المنجروف، أدَّت أيضًا إلى تطوير التقنيات الحاسمة في ارتقاء البشر لأعلى السلسلة الغذائية، وكما سنرى، في الإفلات منها. اختيرت هذه العمليات في البشر لِمَا لهم من أدمغة أكبر وقدرة معرفية ليس فقط من أجل البقاء على قيد الحياة، ولكن أيضًا من أجل النجاح والازدهار. نتيجة سلسلة من ردود الفعل الإيجابية، انحدرت السلالات البشرية من القردة الجنوبية (Australopithecine)، الرئيسيات ذات الأدمغة الكبيرة التي تخلَّت عن أنماط الحياة الدفاعية الشجرية للقِرَدَة الأخرى لتمتُّعها بقدمين تقفان بالكامل على أرض صلبة. طوَّر البشر أيضًا، منذ أكثر من مليوني عام، تقنية الأدوات الحجرية، مثل الفؤوس اليدوية ورؤوس الرماح ذات الحواف المشحوذة أو المُدبَّبة عن عمد، لاستخدامها بالأيدي التي تحرَّرَت حديثًا من الفروع أو المشي على أربع(29). كان أسلافنا الأكثر أهمية، الهومو أريكتوس أو الإنسان المنتصب، مبتكرين بشكل خاص؛ ممَّا أضاف إلى مهاراتهم ترويضَ النار، والتي أثبتت أنها أحد أهم نقاط التحوُّل في تاريخ البشرية والأرض. هذه الخطوة استهلَّت خروجنا من قائمة السلسلة الغذائية وأدَّت إلى تنظيم العلاقات الاجتماعية البشرية حول موقد الأسرة؛ ممَّا دفع تطوُّرَ الحضارة.

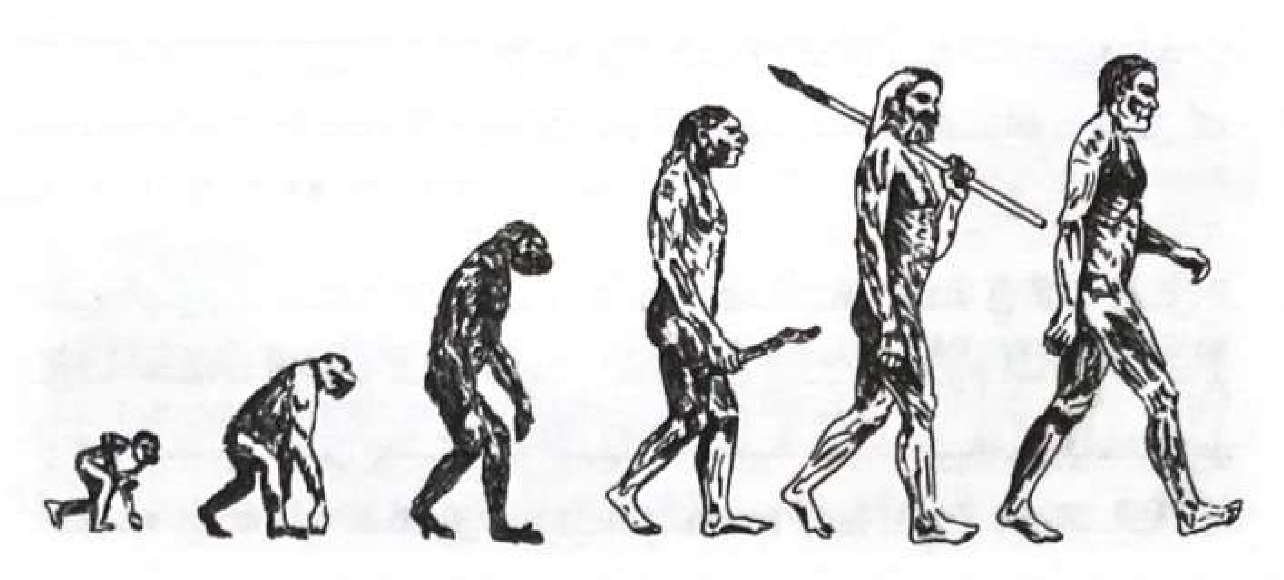
رغم أن التوقيت لا يزال غيرَ مُؤكَّد، فقد أظهرت الأدِلَّة الجينية والأحفورية مجتمعة أن الإنسان الحديث تَطوَّر في السافانا الإفريقية من أنواع مثل الإنسان المنتصب وغيره(30). حدث هذا التطور إلى جانب نفس مسارات ردود الفعل الإيجابية والتعاون والنشوء الذاتي، ولكن في حين تضمَّنَ تطوُّر الحياة تَحوُّلَ العمليات الفيزيائية إلى عمليات بيولوجية، فإن خلق الجنس البشري أضاف العمليات الثقافية أيضًا. أصبحت هذه العمليات مُمكِنَة ومتطوِّرة ومثالية بنفس الطريقة التي تتطوَّر بها النظم البيئية. تتضمَّن بعض العوامل المبكرة في تكوين الإنسان الذي نعرفه اليوم، والتي تفاعَلَت جميعها مع بعضها البعض في نظام من التعقيد المتزايد، تضمَّنَت صناعة الأدوات، والنار، والقنص التعاوني، والتجارة، بالإضافة إلى التأثيرات المتكرِّرة لهذه الأنشطة على جسم الإنسان وعقله.

كان استخدام الأدوات للصيد واقتناء الأحجار ذات الجودة العالية عوامِلَ أوَّلِيَّة هامَّة في كيفية أصبح أسلافنا المفترسون الأكثرَ هَيمَنَةً على وجه الأرض، لكن أصولهم جاءت من تغيُّر بيولوجي في القدرة الحركية لدى الرئيسيات. لقد أبقى العيشُ في الأشجار أسلافَنا منذ ما قبل أشباه البشر، أو الهومينيد، في مأمن من الحيوانات المفترسة الأرضية (ومن المحتمل أن يُفسِّر ذلك خوفنا الشامل من الثعابين)، لكن المشي على قدمين غيَّر بشكل كبير نظرة أسلافنا. على سبيل المثال، كان المشي على قدمين أكثرَ كفاءة من المشي على أربع، وهي الوضعية المصمَّمة لتسلُّق الأشجار. استفاد الهومينيد، مثل الأسترالوبيثين أو القرد الجنوبي، أول نوع بشري، من الأيدي بشكلٍ خاصٍّ، بعد أن تحرَّرَت هذه الأيدي بالمشي على قدمين، فطوَّروا إشارات التواصل ومهارات صنع الأدوات. والحق أن التواصل بإشارات اليد البشرية المنتشرة عالميًّا لا تزال هي الدليل القاطع حتى يومنا هذا، كما يمكننا أن نرى في أي شارع مزدحم. وبالنسبة للأدوات، استخدم البشر في البداية شظايا صخرية بسيطة أو صخورًا ذات حواف حادَّة لسحق واستخراج النخاع الغني بالبروتين من عظام الفريسة المهجورة، وتعلَّموا بشكل فعَّالٍ نبش الفضلات بمهارة. كان التخلُّص من الجُثَث خطوة وسيطة نحو أن يصبحوا صيَّادين ممتازين، وسرعان ما أصبحوا كذلك، كما بدؤوا عَمدًا في شحذ أو تشذيب حواف الحجر الموجود في بيئتهم المحلية، وتحسين أسلحتهم؛ وبالتالي تزايَدَت فرصهم في قنص الفريسة بأنفسهم. ومن خلال مهارات الصيد الجماعي التعاوني بتوجيه من

عقولهـم المتناميـة، تمكّنـوا مـن الاعتـماد عـلى مـا هـو أكـثر مـن أسـلوب القوة الوحشـية للأسـود والدِّبَبـة والتماسيح، في سـعيهم للوصـول إلى أعـلى مكانـة بـين المفترسـات(31).

في ذات الوقـت، أدَّى التَّحـوُّل إلى قنّاصـين إلى تغيـير فسـيولوچيا الإنسـان في حلقـة ردود الفعـل المتكـررة بإحـكام. فعندمـا أصبـح البـشر قنّاصـين، تضخَّمَـت أطرافهـم الخلفيـة، وقَـصُرَت أصابـع القـدم، وتغـيَّر التنفُّـس لزيـادة سرعـة العـدو والقـدرة عـلى التحمُّـل لمسـافات طويلـة. أدَّى فقـدان الفـراء وتطـوُّر الغُـدَد العرقيـة إلى زيـادة قـدرة جسـم الإنسـان عـلى تبريـد نفسـه، بينـما أدَّت زيـادة مرونـة الكتـف والخـصر والـذراع إلى تحسـين الكفـاءة البشريـة بشـكل كبـير باسـتخدام الأسـلحة التـي تحتـاج إلى القذف، مثـل الرمـاح. كانـت هـذه المجموعـة مـن سِـمات الصيـد بمثابـة المكافـأة التدريجيـة والتراكميـة للقنـص الناجـح الـذي مـرَّ عـبر چينـات أسـلافنا الذيـن تلقَّـوا تغذيـة جيـدة وكانـوا ناجحـين في التكاثُـر(32).

ومـع ذلـك، فـإن كفـاءة الصيـد وخلـق الأدوات -نظريـة "الإنسـان القنَّـاص"- لا تُفـسِّر وحدهـا الفصـل بـين الإنسـان العاقـل وأسـلافه الرئيسـيين. كان لـدى البـشر الأوائـل فكـوكٌ كبـيرة وأسـنان حـادَّة مُخصَّصـة لسـحق البـذور الصلبـة ومضـغ الطعـام لعـدة أيـام، وهـو مـا كان عليهـم فعلـه لهضـم الخـضروات واللحـوم النيئـة. عـلاوة عـلى ذلـك، كان لـدى أسـلافنا الرئيسـيين بطـون مسـتديرة تتَّسِـع لأجهـزة الهضـم الواسـعة اللازمـة لتحطيـم وهضـم نظامهـم الغـذائي. أدَّى التحـوُّل إلى المـشي عـلى القدمـين إلى زيـادة كفـاءة اسـتخدام الهومينيـد للطاقـة عـلى الأرض، ولكـن ترويـض الهومـو أريكتـوس (الإنسـان المنتصـب) للنـار هـو الـذي زاد مـن اسـتهلاكنا للطاقـة ومكَّـن مـن قيام الثورة المعرفية التي غيَّرت البشرية وغيَّرت كوكبنا (الشكل 2-1).



شكل 2-1: تشكيل بنية الإنسان بمرور الوقت. من اليسار إلى اليمين: الهومينيد الشجري بأطراف طويلة لتسلُّق الأشجار؛ ثم هومينيد منتصب يسكن الأرض وله أطراف أقصر، ولكن مع شجاعة كبيرة لمعالجة الطعام النيئ؛ بعد اختراع الطهي، الذي أدى إلى الاستعانة بمصادر خارجية لتحسين عملية الهضم وزيادة الطاقة المستمدَّة من الطعام، أصبح الهومينيد الحديث يتمتَّع ببنية نحيلة وأدمغة كبيرة وأطراف تستطيع الجري والرمي. اعتمد الرسم على مصادر المجال العام.

يعتبر ترويض النار من العلامات الهامَّة للغاية في تاريخ البشرية؛ لأنه جعل الطهي بالحرارة مُمكنًا، وأدَّى إلى الاستعانة بمصادر خارجية للمساعدة في عملية هضم الطعام التي تكلِّف المزيد من الطاقة لإشعال حفر الوقود. وكما افترض ريتشارد رانجهام Richard Wrangham من جامعة هارڤارد، أن الطبخ هو الذي فصل البشر عن الرئيسيَّات(33). يجادل رانجهام، اعتمادًا على علم الآثار، وعلم وظائف الأعضاء البشرية، والتاريخ الطبيعي، وعلوم التغذية، بأن الطهي بدأ منذ أكثر من مليونَيْ عام، وأن من المهم للغاية أننا، بدلًا من تسمية أنفسنا بتواضعٍ "القردة العاقلة"، فإن الأكثر دِقَّة أن نستخدم تعبير "القردة الطباخة".

أعطى الطبخ بالنَّار للبشر الأوائل فوائِدَ لا حصر لها على أسلافهم. يعمل الطهي على تليين اللحوم والخضروات، وبالتالي قَلَّل من تآكُل الأسنان، ويُفكِّك الروابط الكيميائية والجدران الخلوية التي تحافظ على هذه الأطعمة سليمة، ممَّا يزيد بشكل كبير من قيمة الطاقة في الطعام ويسهل عملية التمثيل الغذائي. واستخدام الطهي يفيد العقول أكثر من البطون، والطعام المطبوخ الذي ينتج بدوره الطاقة ويعزِّز الاختيار للإدراك. كما يُقلِّل الطهي أيضًا من الأمراض

والوفيات عن طريق إزالة السموم من الطعام ونزع أسلحته الدفاعية الهيكلية والكيميائية وعن طريق قتل الطفيليات ومُسبِّبات الأمراض، مثل الديدان الشريطية والميكروبات السامَّة.

حتى اليوم، تكشف دراسات الأنظمة الغذائية النيِّئة في كثير من الأحيان أننا طورنا اعتمادًا إلزاميًا على الطعام المطبوخ، وعلى اللحوم المطبوخة على وجه الخصوص. البشر الذين يختارون، لأسباب صحية أو أخلاقية، أن يقتصر طعامهم على أطعمة نيِّئة قد يصابون "حرفيًا" بالعُقم، كما تُظهِر الدراسات التجريبية والارتباطية لعلم التغذية. والوجبات الغذائية النِّيئة، مثل الأنظمة الغذائية مُنخَفِضَة السُّعرات الحرارية التي تُمارَس لإطالة العمر، تجعل الممارسين لهذه الحميات يعانون من أعراض نقص الطاقة المزمن. بالنسبة لمحبِّي الأطعمة النيِّئة، تحدث هذه المتلازمة لأن طهي الطعام يعالج الطعام، ويُقلِّل من تكلفة التمثيل الغذائي لعملية الهضم. بالنسبة لأخصائيِّي التغذية منخفضة السُّعرات الحرارية ومرضى فقدان الشهية العصبي، فإن نقص الطاقة المزمن يحدث ببساطة نتيجة لانخفاض تناول الطاقة. يتسبَّب نقص الطاقة المزمن في فقدان كل من الرجال والنساء للرغبة الجنسية، أو الدافع الجنسي، وتخاطر النساء اللاتي يتناولن الوجبات الغذائية النيِّئة بفقدان الدورة الشهرية، وربما الإصابة بالعقم بمرور الوقت. لقد تطوَّر البشر على وجه التحديد لأكل نظام غذائي مطبوخ كما تطوَّرَت الطيور الطَّنَّانة لاحتساء رحيق الزهور والأبقار لتجترَّ العشب. فبدون عملية الطهي، سيكون العديد من الأطعمة الأساسية، بدءًا من الدرنات الصلبة مثل البطاطس، إلى بعض النباتات العشبية مثل القمح، إلى الفاكهة مثل فاكهة الخبز، غيرَ عَمليَّة، بل يكاد يكون من المستحيل تناوُلها في بعض الحالات. لقد غيَّر الطَّبخُ من هويتنا ووسَّع إمكانياتنا العالمية(34).

لقد دفع الطبخ البشريةَ إلى السير في طريق نحو الحضارة، وفي النهاية إلى الهيمنة النهائية على الأرض(35). أتاح المزيد من الطعام بنوعية أفضل الحفاظ المستمرَّ على أدمغتنا المتنامية؛ نظرًا لأن الأدمغة، حتى الآن، هي إلى حَدٍّ بعيد العضوُ الأكثر تكلفةً من حيث الطاقة لدى الفقاريات. ولأن الصيد يتطلَّب تقنية وأدوات، كانت الأدمغة أكثر أهمية من العضلات من أجل بقاء هذا القرد الصغير الذي يسير على قدمين. إن صيد الحيوانات الأكبر والأقوى والدفاع عن

النفس أمامها يتطلّب خيالًا ودهاءً بالإضافة إلى سلوكيات مُنسّقة مثل التخطيط والتواصل.

يدعّم سِجِلُ الحفريات هذا المنطقَ بشكل مترابط، حيث يكشف عن ردود فعل إيجابية قوية بين الوصول إلى اللحوم المطبوخة المليئة بالطاقة والتي غذت نموَّ الدماغ والابتكارات التكنولوجية التي زادت من كفاءة الصيد. وهكذا انفصل الهومو سابينس أو الإنسان العاقل (homo sapiens) عن أسلافه الهومينيد من خلال مضاعفة حجم الدماغ والضبط الجيد لأدواتهم وأسلحتهم. بدأ البشر الأوائل في ترقيق أدواتهم الصخرية لتكون مشحوذة، وسرعان ما لاحظوا أن الصخور البركانية، التي تُسخِّنها الحمم البركانية من قلب الأرض، تتشظّى بسهولة إلى رقائق، ويمكن تشكيلها بشفرات حادّة كالموسى. أصبحت صخور الكوارتز والأوبسيديان والفلنت مرتفعةَ القيمة بفضل الأطراف الحادّة التي يمكن صنعها منها. كانت أيضًا نادرة نسبيًّا، وعادة ما توجد على طول حدود نفس الصفائح التكتونية التي يُفترض أنها أدّت إلى نشأة الحياة العضوية ذاتها. أصبحت القدرة على العثور على هذه المعادن القيمة مهارةً حاسِمةً لدى البشر الأوائل لتحسين الفؤوس والحراب، والمخارز والإبر، وسنانير الصيد، والأقواس والسهام لصيد الطيور أثناء الطيران(36).

ولدت طرق التجارة التعاونية الأولى نتيجة حلقات ردود الفعل الإيجابية بين الصيد التعاوني، وزيادة حجم الدماغ، وتطوير التقنيات، وكل ذلك مدفوع بالأنظمة الغذائية الجديدة التي أتاحها الطهي. ظهرت شبكات تبادُلٍ لتلبية الحاجة إلى الصخور البركانية والسيليكا القابلة للتشغيل؛ ممَّا أدّى إلى ربط مجموعات من البشر الأوائل عبر النطاقات المكانية الإقليمية والقارية. على سبيل المثال، المصادر الغَنيّة من الحجر الكوارتز والأوبسيديان والفلنت في الشرق الأوسط شقّت طريقها إلى المناطق الجبلية لتلك المناطق المعروفة الآن باليونان وقبرص وإيطاليا. عُثر على قطع محفورة من حجر المغرَّة(1) -أحد الأحجار الأولى التي اكتسبت قيمة لما تحتوي عليه من أصباغ- في رسوم عمرها 75,000 عام في كهوف جنوب إفريقيا، مثل كهف بلومبوس Blombos. ومنذ حوالي 40,000 عام، زُيِّن كهف لاسكو

(1) المغرة ochre: حجر يُستَخرَج منه صبغٌ أحمر بُنّي مُصفَرٌ غالبًا، مُكوّنٌ من مزيج من أكسيد الحديديك والرمال أو الطين. [المترجمة]

Lascaux الفرنسي الشهير برسوم لحيوانات تعود إلى عصر البلستوسين والمنقرضة منذ فترة طويلة، باستخدام أصباغ مغرة محلية وأصباغ معدنية أخرى لصنع ألوان وظلال مختلفة. كان عمَّال المناجم الأوائل في العصر الحجري يبحثون على الأرجح عن هذه الأصباغ، ثم انتشرت المواد والتكنولوچيا عبر التواصل البشري. يشير التحليل الكيميائي المعاصر إلى أن شبكات التجارة هذه امتدَّت لآلاف الأميال من مصادرها، وكانت تعمل من خلال انتشار طويل وبطيء بين الجيران القريبين وليس عبر الروابط المباشرة مع شركاء تجاريين بعيدين(37).

منذ أكثر من عقد من الزمان، قمت بتجربة نطاق طرق التجارة هذه بشكل مباشر أثناء قيامي بعمل ميداني في مجال البيئة الساحلية في مُقاطَعة تشوبوت في باتاجونيا. كنتُ أعمل في موقعٍ مُذهِل على أرض صخرية نائية مع مجموعة من الطُّلَّاب الأرچنتينيِّين من جامعةً سنترال باتاجونيا. فوق الشاطئ المغطَّى بتجمعات بَلَح البحر حيث كُنَّا نعمل، كانت واحدة من أكبر مستعمرات طيور البطريق الماجلاني في العالم: وقفت مئات من طيور البطريق تحرس جحورها في الرمال، والتي كانت متماسِكةً بفضل جذور النباتات التي كانت تحميها أيضًا من الرياح الباتاجونية. كانت مستعمرة البطريق تدعم مستعمرة كبيرة لأسود البحر على جزيرة تبعد عن الشاطئ مائة متر فقط. خلال فصل الشتاء، عندما كانت طيور البطريق تغادر المستعمرة في رحلة صيد مُدَّتها ستة أشهر، وتحذو أسود البحر حذوها، يبدو الخَطُّ الساحلي المهجور وكأنه تلٌّ ضخم من النمل الأبيض. يبدو أن ارتباط البطريق وأسد البحر يعود إلى آلاف السنين، وفقًا لما نراه من العظام شبه المتحجِّرة التي عثرنا عليها ونحن نستكشف مستعمرة البطريق خلال فصل الشتاء، عندما كانت الجحور عبارة عن مدن أشباح تحت الأرض.

بعد العمل في الموقع لمدَّة عامَيْن، سألت بابلو، وهو طالب دراسات عُليا أرچنتيني ويتمتَّع بمهارات مختلفة، حيث كان نحَّاتًا ومؤرِّخًا طبيعيًّا وراعي أبقار، سألته عمَّا إذا كان هناك أي دليل في المنطقة حول أنشطة الصيد القديمة. أجاب بابلو "بالطبع"، واصطحبني إلى أعلى الجسر خلف الشاطئ ليُريني سلسلة من الكهوف الضحلة المطِلَّة على بانوراما الخط الساحلي. كانت الأمطار قد هطلت مؤخَّرًا بغزارة -وهو حدث نادر في صحراء باتاجونيا- ممَّا زاد من فرص العثور على القطع الأثرية في الرمال والحجارة خارج الكهوف. وبكل تأكيد، بعد ساعة

مـن البحـث، وجدنـا حـوالي نصـف دسـتة مـن رؤوس السـهام مـن حجـر الأوبسـيديان مُرقَّقٍ بمهـارة، واثنتـين مـن أدوات الذبـح والكشـط مـن حجـر الفلنـت، وشـظايا كـرات الحمـم البركانيـة المكسـورة (الصخـور المسـتديرة المربوطـة بنهايـات الأحزمـة الجلديـة التـي كان الأمريكيـون الجنوبيـون يسـتخدمونها لقنـص الفريسـة أثنـاء العـدو، مثـل اللامـا وطائـر الريـا الـذي اكتشـفه داروين، وهـي طيـور تشـبه النعـام، ولا تطـير).

ورغـم السـنوات التـي أمضيتُهـا في العمـل عـلى الخـط السـاحلي للموقـع، تغـيَّرَت وجهـة نظـري تمامًـا مـع هـذا الاكتشـاف. كانـت مُسـتعمَرة البطريـق الكبـيرة موجـودة هنـاك منـذ آلاف السـنين، تمـدُّ بالغـذاء الحيوانـات المحليَّـة آكِلَـة الجِيَـف والمفترسـة، مثـل طيـور الكركـر القطبيـة الجنوبيـة، ونـوارس عشـب البحـر، وأسـود البحـر قبالـة الشـاطئ. خلـق هـذا موقعًـا مثاليًـا للبـشر القنّاصـين الجامعـين للتخييـم خـلال أشـهر الصيـف: كانـت الطيـور الجارحـة وأسـود البحـر تَنقَـضُّ عـلى طيـور البطريـق التـي لا تطـير؛ مـمَّا يجعلهـا سـهلة الخطـف. حتـى يومنـا هـذا، يمكنـك المـشي بسـهولة عـبر المسـتعمرة المأهولـة. وفي مواجهـة صحـراء مـن الرمـال الناعمـة التـي تجتاحهـا الريـاح، كانـت كـرات بـولا الزجاجيـة البركانيـة تبـدو غريبـة تمامًـا كـما يمكـن أن تكـون الزجاجـات البلاسـتيكية: أقـرب مصـدر بـركاني لتلـك الأدوات الحجريـة، التـي حملهـا الصيـادون إلى الموقـع منـذ ألـف عـام عـلى الأقـل، يقـع في جبـال الأنديـز الشـيلية عـلى سـاحل المحيـط الهـادئ بأمريـكا الجنوبيـة، عـلى بعـد أكـثر مـن أربعمائـة ميـل (650 كـم).

وهكـذا، بدعـم مـن النـار والطبـخ، خـاض الإنسـان العاقـل "الثـورة المعرفيـة"، التـي يرجـع تاريخهـا إلى مـا لا يقـل عـن 100,000 عـام، والتـي أدت إلى القـدرات المعرفيـة غـير المسـبوقة لهـذا النـوع. الصيـد الجماعـي التعـاوني والتكنولوچيـا والتجـارة -وبعبـارة أخـرى، أصـل المعلومـات ونشرهـا- تلـك هـي القـوى الدافعـة والنتائـج الأولى لهـذا الدمـاغ متزايـد الحجـم، ولكـن الطعـام، الـذي أصبـح مـن السـهل تمثيلـه وإزالـة السـموم منـه، حـرَّر البـشر أيضًـا مـن قضـاء أيامهـم في مضـغ الطعـام النيِّئ إلى هريسـة قابلـة للهضـم. وهـذا بـدوره يعنـي إضافـة مكـوِّن جديـد آخـر إلى النظـام اليومـي للإنسـان: وهـو وقـت الفـراغ. بـدأ البـشر في اسـتخدام قدراتهـم المعرفيـة لأكـثر مـن مجـرد تلبيـة الاحتياجـات البيولوچيـة المُلِحَّـة، وبـدلًا مـن ذلـك صنعـوا أدوات زينـة مـن الأصـداف ورمـوزًا منحوتـة ورسـوم الكهـوف. كان الموقـد هـو أسـاس هـذه النسـمات

الأولى للثقافة، وكان هو مركز صناعة الفكر والابتكار وحضارة العصر الحجري. من شرارة النار، بدأ البشر الأوائل السَّيرَ في طريق مرصوف بحلقات من ردود الفعل الإيجابية ليصبحوا الحيوانَ الذكيَّ والثقافي والمتحدِّثَ الذي نحن عليه اليوم(38).

تعلُّم الكلام

إلى جانب ترويض النار، تُعدُّ اللغة من أهم السِّمات التي تُميِّز البشر عن جميع الكائنات الحية الأخرى. زادت اللغة بشكل كبير من قدرتنا على التواصل؛ ممَّا مَكَّننا من التعاون الضروري للبنية الاجتماعية البشرية والإبداع والأساطير. إن فهم تطور اللغة غالبًا ما يُعتَبر أصعب مشكلة في علم التطوُّر البشري المبكِّر؛ لأن اللغة لا تترك أي سِجِلٍّ أحفوري. والواقع أن المجتمعات العلمية الأوروبية في القرن التاسع عشر حظرت دراسة أصول اللغة للحد من انتشار الأفكار المهرطقة حول مشكلةٍ كانت تُعتَبر آنذاك غيرَ قابِلَةٍ للحلِّ. كان التفكير في أصول اللغة يُهدِّد روابطنا الثقافية الأسطورية. أمَّا اليوم، يسود الاعتقاد بأن اللغة كانت إحدى القوى الدافعة الرئيسية في تطوُّر جنسنا البشري وتطوُّر الحضارة؛ لأنها تُسهِّل التعاون. فمن خلال زيادة قدرتنا على التواصُل، كانت اللغة بمثابة تغيير لقواعد اللعبة. وبينما اختير التحدُّث في البداية كوسيلة لزيادة التواصُل من أجل الصيد الجماعي والدفاع عندما كُنَّا جزءًا لا يتجزَّأ من السلسلة الغذائية، فإن اللغة سارَعَت في نهاية المطاف من ردود الفعل التطوُّريَّة الإيجابية المتكررة والمتعلِّقة بحجم الدماغ والقدرة المعرفية. وتمثَّلت النتيجة في الحضارة والتمايُز الثقافي وحتى الروحانية والفيزياء النووية.

قدَّمت طرق علم تطور السلالات مزيدًا من الدراسة المتعمقة في كيفية تطور اللغة البشرية. كانت هذه الأساليب الإحصائية مُصمَّمة في الأصل لاستكشاف وتحديد أهمية النماذج في التسلسل الجيني كجزء من الجهود المبذولة لتوضيح أصول مشاكل صحة الإنسان. إن الحجم الهائل للتسلسلات الجينية يجعل هذا مشكلة مُعقَّدة. فبينما يمكن أن يكون طول الجينوم البكتيري أقلَّ من مليونَيْ زوج أساسيٍّ من الأحماض الأمينية، فإن الجينوم البشري يبلغ طوله أكثر من ثلاثة مليارات زوج قاعدي. أدَّى التعامل مع مجموعات البيانات بهذا الحجم إلى

تطويـر تقنيـات الكمبيوتـر بشـكل شـامل فيـما يسـمَّى البيولوچيـا الكمبيوتريـة. هـذه الأسـاليب مثاليـة أيضًـا لدراسـة اللغـات وقـد أظهـرت أن اللغـات المعـاصرة تطـوَّرَت في الهـلال الخصيـب بمعيَّـة التكنولوچيـا الزراعيـة (المزيـد حـول هـذا في الفصـل الثالـث). ومـع ذلـك، عـلى الرغـم مـن أن أدوات تطـور السـلالات هـذه سـاعدت في حـل الأسـئلة الدقيقـة حـول أيـن ومتـى حـدث التطـور الثقـافي البـشري، فـإن كيـف ومتـى تطـوَّرَت اللغـة لأول مـرة هـي أسـئلة غـير قابلـة للتتبُّـع والبحـث(39).

ليـس مـن الواضـح إن كان أقـرب أقربائنـا مـن البـشر، الذيـن قامـوا أيضًـا بترويـض النـار واسـتخدام الأدوات، يسـتطيعون تبـادُلَ حديـثٍ أوَّليٍّ أم لا: فاللغـة التـي يمكـن أن تُنسِّـق سـلوك المجموعـة ربمـا تكـون قـد أعطـت الإنسـان العاقـل ميـزةً تَنافُسـيَّة عـلى أقربائنـا البشريـين الأكـبر والأقـوى. بغـضِّ النظـر، فـإن أنمـاط الهجـرة، التـي سنناقشـها بشـكل أكـبر لاحقًـا، تشـير إلى أن البـشر قـد هاجـروا مـن إفريقيـا ولديهـم قـدرة عـلى التواصُـل الشـفاهي الأسـاسي منـذ حـوالي 200,000 إلى 300,000 عـام، واللغـات الكاملـة تعـود إلى مـا بـين 70,000 إلى 100,000 عـام مضـت(40).

تتعلَّـق العديـد مـن النظريـات حـول أصـول اللغـة بتحليل الآليـة العضويـة اللازمة للتحـدُّث، والاسـتعداد الـوراثي لتعلُّـم اللغـة، والضغـط الانتقـائي لتطويـر اللغـة. ربمـا قلَّـل اسـتخدام الأدوات مـن قيمـة الأيـدي في الإشـارة، عـلى سـبيل المثـال، وأدى ذلـك إلى الضغـط لتطويـر الـكلام مـن أجـل التواصـل. عـلاوة عـلى ذلـك، فـإن العظـم اللامـي الـذي يُدعِّـم ويتحكَّـم في قاعـدة اللسـان وهـو ضروري للـكلام موجـود فقـط في أقـرب أقربائنـا مـن البـشر، إنسـان هايدلبـيرج وإنسـان النياندرتـال؛ مـمَّا يشـير إلى أن هـؤلاء كانـوا البـشر الآخريـن الوحيديـن القادريـن مـن الناحيـة المورفولوچيـة عـلى الـكلام. في الواقـع، يشـير اكتشـاف عظـام لامِيَّـة سـليمة في إسـبانيا يزيـد عمرهـا عـن 500,000 عـام إلى أن اللغـة قـد تكـون أقـدمَ بكثـير مـمَّا كان يُعتقـد سـابقًا (عـلى الرغـم مـن أن هـذه العظـام ربمـا تـمَّ اسـتخدامها لإنتـاج الصـوت فقـط، وليـس الـكلام؛ لأن الأدمغـة في ذلـك الوقـت كانـت لا تـزال صغـيرة). قـد يكـون القـوام المنتصـب، والقـدرة البدنيـة عـلى الـكلام، والمنافسـون البشريـون ذوو القـدرات المعرفيـة الهائلـة قـد تصرَّفـوا جميعًـا بشـكل تـآزُريٍّ كضغـوط انتقائيـة أدَّت إلى تطويـر الـكلام لتسـهيل التواصـل والتنظيـم الاجتماعـي، وهـي المهـارات التـي كانـت ضروريَّـةً للإنسـان العاقـل المبكِّـر للتنافـس مـع البـشر المنافسـين والتفـوق عليهـم(41).

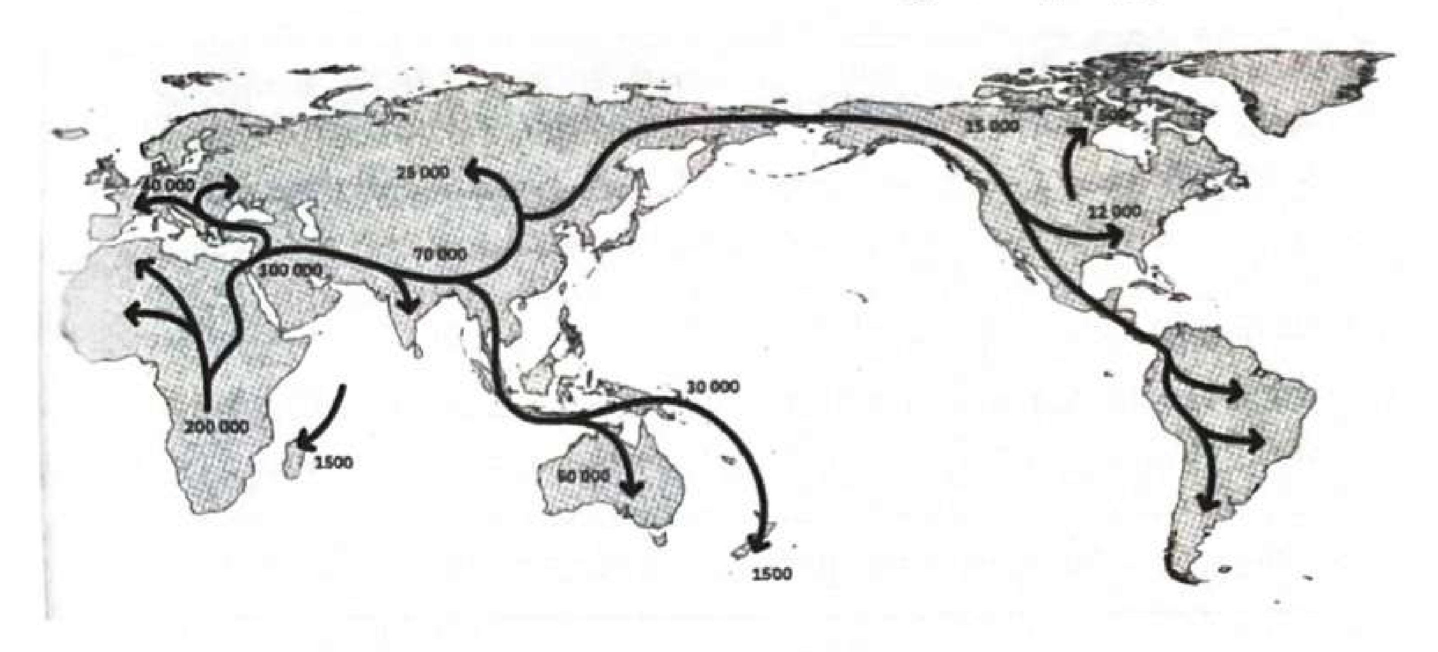
تتوفَّر أيضًا للدراسة چينات الكلام التي لم يتم فهمها جيدًا حتى الآن. على سبيل المثال، كشفت دراسة أُجرِيَت على عائلة إنجليزية تعاني من اضطراب الكلام الوراثي عن چين الكلام FOXP2. ونظرًا لاعتباره "چين اللغة"، فقد ثبت أن هذا الچين يلعب دورًا في اكتساب قواعد اللغة وبنيتها، وتطوير المهارات الحركية اللغوية، ومساعدة خلايا الدماغ على تكوين روابط لغوية جديدة. وفي الدراسات المقارنة أظهرت هذه الچينات أنها جزء من عائلات الچينات المسؤولة عن دمج الجوانب الصرفية والمعرفية والثقافية للكلام(42).

يُعَدُّ تَتَبُّع اللغات البشرية مُشكِلةً مُزعِجة على وجه الخصوص؛ ذلك أن البشر كثيرًا ما يغيِّرون استخدام الكلمات المألوفة، وغالبًا ما يخترعون كلمات جديدة: على سبيل المثال، يتم إضافة ثمانمائة إلى ألف كلمة سنويًا إلى قاموس أكسفورد الإنجليزي. لكن الكلمات الأكثر استخدامًا يتمُّ الحفاظ عليها بقوة أكبر، وقد كشفت هذه الكلمات الشائعة أن التغيُّر السريع لِلُّغة يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالأحداث الثقافية مثل الهجرة. يمكننا وضع النظريات حول الهجرة البشرية من خلال تقسيم اللغات إلى مجموعات لغوية رئيسية، معتمدين في التحليل على الكلمات المتشابهة والمتماثلة المستَمَدَّة من جذور قديمة مشتركة. ورغم أن العلماء لم يطوِّروا بعدُ تفسيرًا كاملا مُقنِعًا لأصل اللغة، إلا أن تتبع الأصول القديمة للمتشابهات والجذور المشتركة أدَّى إلى اكتشاف رائع حقًّا: فقد تطوَّرَت اللغات المعاصرة في الهلال الخصيب، وهي المنطقة التي تربط بين قارات إفريقيا وآسيا وأوروبا، ثم انتشرت إلى شبه جزيرة الأناضول (آسيا الصغرى) مع انتشار التكنولوچيا الزراعية. بعبارة أخرى، تتماشى نتائج تحليلات التطوُّر اللغوي لدينا مع نظرياتنا المدعومة أثريًا للهجرة البشرية العامة(43).

ملء الكوكب

بدأت هجرة الهومو سابينس (الإنسان العاقل) من إفريقيا منذ أكثر من مائتي ألف عام (شكل 2-2). وأدَّت العقول الأكبر لهؤلاء البشر الأوائل إلى تطوير ملابس الفراء للتغلُّب على درجات الحرارة الباردة، فضلًا عن المزيد من قدرات

الصيد وتقنياته التعاونية، والتي بدورها أتاحت لهم تتبُّع نفس قواعد اللعبة في السافانا الممتدة إلى آسيا الصغرى.



شكل 2-2: الهجرة البشرية من إفريقيا. يعتقد العلماء أنه بعد الهجرة الأولية من إفريقيا إلى الهلال الخصيب، تطوَّرَت اللغة وانتشرت، بمَعيَّة التقنيات الزراعية، إلى مناطق أخرى عبر طرق التجارة. اعتمد الرسم الأصلي على مصادر المجال العام.

نحن نعرف تطور الملابس بسبب تاريخ قمل الإنسان، حيث يُمثِّل تساقُط شَعر جسم الإنسان وظهور الملابس، مفترق طُرُقٍ مُهمٍّ في المسارات التطورية لهذا النوع من القمل. اليوم، قمل الرأس وقمل العانة نوعان مختلفان، لكنهما تطوَّرَا من سَلَفٍ مشترك واحد، والذي ترعرع في شَعر جسم الإنسان. يكشف التحليل الوراثي للحمض النووي لقمل الإنسان أنه بناءً على هذا الاختلاف الجيني بين أنواع قمل الرأس وقمل العانة، أن أسلافنا فقدوا شعر الجسم قبل 1.2 مليون سنة. (كان تساقُطُ الشَّعر في السافانا الإفريقية الحارَّة مَيزَة للإنسان الذي يركض لمسافات طويلة للقبض على فريسة كبيرة بعد أن يُرهِقَها الجري؛ لأنه يُعزِّز التبريد التبخيري). ثم، لإعادة تدفئة الجسم مع انتقال البشر إلى بيئات أكثر برودة، تطوَّرَت الملابس منذ 170,000 سنة تقريبًا، يمكننا أن نستنتج ذلك من اختلاف الحمض النووي بين قمل الرأس وقمل الملابس، الذي كان يعتمد على الملابس كركيزة لوضع البيض. أتاحت الملابس للبشر الأوائل الهجرة بنجاح شمالًا من إفريقيا إلى شبه جزيرة الأناضول الأكثر برودة والتي تربط أوروبا بآسيا،

حيث قاموا بتطوير ملابس مخيطة- وذلك استنادًا إلى ظهور إبر خياطة مصنوعة من العِظام في السِّجلّ الأحفوري منذ 40 ألف عام. وهكذا وصل جنسنا البشري إلى آسيا منذ 100 ألف سنة، وأوروبا منذ 40 ألف سنة، وسيبيريا منذ 25 ألف سنة. وكان الوصول إلى الأمريكتين منذ حوال 12,000 إلى 15,000 عام، وكان ذلك ممكنًا من خلال الجسر الأرضي لبحر بيرنج ثم استحثّت هذه الهجرة بسبب الرغبة في الحصول على ثعالب البحر، والفقمات، والموارد الغذائية البحرية الأخرى التي سكنت سواحل "طريق عشب البحر" في أمريكا الشمالية والجنوبية. أدت سهولة السفر، التي تضمَّنَت استخدام الأطواف البدائية، ووفرة الغذاء والمأوى، إلى تعجيل الهجرة البشرية بطول السواحل البحرية ووديان الأنهار(44).

يقوم البحث الحالي بتحرير هذه التواريخ وإعادة تقييم بعض هذه الفرضيات. على سبيل المثال، تشير البيانات الچينومية إلى أن الآسيويين أو البولينيزيين ربما وصلوا إلى الأمريكتين في وقت أسبق بكثير مما كان مُمكِنًا من خلال الجسر البري لبحر بيرنج، وتشير الاكتشافات الأحفورية الأخيرة في الصين إلى أن البشر المعاصرين وصلوا قبل نحو 100,000 عام ممَّا تزعمه النماذج الحالية. نحن نحاول تحسين فهمنا الحالي لانتشار البشر في جميع أنحاء العالم بعد خروجهم من إفريقيا -افترض عالم الأنثروبولوچيا الهاوي ثور هيردال Thor Heyerdahl، على سبيل المثال، أن سكان أمريكا الأصليين سافروا عبر المحيط الهادئ- تمامًا كما نقوم بتحسين، وحتى إعادة تعريف كاملة، للعلاقات التي أقامها البشر الأوائل وأسلافهم مع بعضهم البعض(45).

في أوروبا وأوراسيا، تداخل البشر الأوائل في الزمان والمكان مع إنسان نياندرتال، الذين كانوا أكبر وأقوى وأكثر تكيُّفًا مع البرد من الإنسان العاقل. انقرض إنسان نياندرتال في نهاية المطاف بعد 40 ألف عام من الاتصال المطول بالإنسان العاقل، ورغم أنه قد يكون من غير الواضح دائمًا مدى تفاعُل الإنسان العاقل وإنسان النياندرتال، إلَّا أنهما تعايَشَا بالتأكيد. فالتهجين، على سبيل المثال، من العلامات الچينية لإنسان نياندرتال، واضح في معظم البشر المعاصرين. والواقع أن الأدِلَّة الأحفورية والچينية تشير إلى أن الهومو سابينس (الإنسان العاقل) تَعايَشَ مع عدد من الأنواع أو الأجناس أو الثقافات البشرية الأخرى أثناء صعودهم إلى الهيمنة العالمية، وجميع هذه الأنواع كانت تستخدم الأدوات وكانت تسكن

الأرض، وكانوا قنّاصين وجامِعين يسيرون على قدمين. أدّت هذه النتائج إلى تغيير جذري في الرواية التي كانت مقبولة طويلًا، والصحيحة سياسيًّا، للتطوُّر الخَطّيِّ البطيء للبشر، وهي الرواية التي افترضت أن الإنسان العاقل صعد ببساطة إلى قمة الأنواع البشرية السابقة. ومن المحتمل أن تكون الصورة الأكثر واقعية هي تلك التي تداخَلَت فيها الأنواع البشرية المبكِّرة في الزمان والمكان، في التعاون والمنافسة، وانتهى الأمر بأن يكون الإنسان العاقل هو النوع الوحيد الباقي على قيد الحياة. ماذا حدث كي يخلو الحقل لنا فقط(46)؟

تشير الدراسات المقارنة للحمض النووي البشري الحديث والمتوارَث عن الأسلاف أن الإنسان العاقل ربما يكون قد أصاب أنواعًا بشرية أخرى واجهتهم أثناء هجرتهم إلى خارج إفريقيا بأمراض استوائية جديدة أشد ضراوة. وفي ذات الوقت، كان من الممكن أن يؤدي تعرُّضهم السابق لهذه الأمراض إلى اكتساب البشر المعاصرين مناعةً ضد الأمراض الأقل ضراوة التي قد يواجهونها بعد ذلك في المناخات المعتدلة في جميع أنحاء العالم. فضلًا عن ذلك، أثبت التاريخ مرارًا وتكرارًا أن البشر لا يعاملون البشر غير المألوفين جيِّدًا: من المحتمل أن تكون هيمنة الإنسان العاقل وعدوانه قد أدَّت إلى انقراض أنواع أخرى من البشر. وقد حاول ستيفن بينكر Steven Pinker أن يُبَرهِن من خلال البيانات الأحفورية المتاحة أن البشر الأوائل كان لديهم ماضٍ عنيف وقاتل بشكل مكثَّف، والذي تلاشى من خلال التهدئة الثقافية المتطوِّرة والحضارة والتعاون- وهي فكرة سنعود إليها في الفصل الرابع(47).

يتماشى التركيز على المنافسة بين هذه الأنواع البشرية المختلفة مع النظرية التطورية، حتى في الإطار التعاوني الذي أتبنَّاه. تتوقع النظرية البيئية والتطورية أن المنافسة بين الأنواع ذات الاحتياجات والمتطلَّبات المتداخلة أكثر حِدَّة من المنافسة بين الأنواع ذات الاحتياجات المتباينة، ويمكن تقسيمها إلى نوعين: منافسة الاستغلال ومنافسة التدخل. تحدث منافسة الاستغلال عندما يتمُّ إزاحة المنافسين الأدنى مرتبةً في محاولاتهم لاستغلال الموارد المحدودة، بينما تحدث منافسة التدخُّل عندما تقاتل الأنواع من أجل هذه الموارد ويحل النوع الأقوى محلَّ النوع الأضعف بالقوة. وقد كان النوعان من المنافسة كلاهما متورِّطَيْن في انتشار الإنسان العاقل عبر الأرض. إذا نظرنا إلى تاريخ أكثر حداثة، مثل الاستكشاف

الأوروبي للأمريكتين أو جزر المحيط الهادئ، فإن انتشار المرض، واستغلال الموارد، والنزاع المباشر (من خلال الحرب والإبادة العرقية) كانت كلها عوامل حاسمة في تشريد مجموعة على يد أخرى. لا ينبغي أن يكون العنف الضمني هنا صادمًا: فالجينات الأنانية تتحوَّل بسرعة إلى مجموعات تَسوقُها جيناتها الأنانية لتكوين مجموعات الحرب والإبادة العرقية والاستعباد الثقافي. سوف نستكشف لاحقًا السِّجلَّ الطويل والمُتَّسِق بشكل مزعج للبشر الذين يستخدمون الصراع والتدمير لإلحاق الأذى بالبشر الآخرين(48).

ومع استمرار البشر في مسيرتهم الاستعمارية في جميع أنحاء العالم، كان عليهم أن يتعاملوا مع تغييرات جذرية في مناخ الأرض. على وجه الخصوص، حدثت ذروتان جليديَّتان (غطَّت فيهما الصفائح الجليدية مساحاتٍ شاسِعةً فوق الكتل الأرضية)؛ ممَّا أدَّى إلى طقس أكثر برودة وانخفاض مستوى سطح البحر لأكثر من مائة متر (ممَّا يعني أن المستوطنات الساحلية المبكرة في تلك الفترة أصبحت الآن مختفيةً تحت الماء ودُفِنَت في الرواسب التي غطَّت الجُرف القاري). لم تدفع هذه الأحداث جغرافية الأرض إلى الشكل الذي نعرفه اليوم فحسب -على سبيل المثال، من خلال دفع الرمال معًا؛ ممَّا أدَّى إلى تشكيل كيب كود[1]، وتكوين البرك الكبيرة في لونج آيلاند ساوند والبحيرات العظمى- ولكنها أدَّت أيضًا إلى مواجهة السُّكَّان البشريين لتحديات جسيمة، وخاصة عند خطوط العرض المعتدلة والشمالية. وتزامنت الذروة الجليدية الأولى مع الحركة البشرية الناجحة للخروج من إفريقيا منذ 70,000 عام، بينما حدثت الذروة الجليدية الثانية منذ 12,000 إلى 25,000 عام فقط. لم تكشف هذه العصور الجليدية الجسورَ بين القارات والجُزُر النائية فحسب، بل عملت أيضًا كأحداث انتقاء طبيعي قوية. أظهرت الدراسات الأخيرة لأنماط الحمض النووي الأحفوري للبشر والتغيُّر المناخي أن الظواهر المناخية المتطرِّفة لعبت دورًا رئيسيًّا في تشكيل التجمُّعات البشرية والأصول الجينية، بشكل مباشر أو غير مباشر، من خلال التأثير على بقاء المنافسين من البشر والحيوانات المفترسة. ولكن على الرغم من هذه الصراعات -في مرحلةٍ ما، كان متوسِّط كثافة البشر على الأرض نحو إنسان واحد فقط لكل ميل مربع- ملأ البَشرُ الكوكب، وغيَّروا حياة الأنواع الحيوانية التي واجهوها على

(1) كيب كود Cape Cod: خليج في الطَّرف الشمالي الشرقي لولاية مساتشوستس، الولايات المتحدة. [المترجمة]

طول الطريق. وحيثما استقرَّ البَشَرُ، تطوَّرَت علاقاتٌ جديدة مع الحيوانات التي شارَكَتهم الأرض الفضاء- للأفضل أو للأسوأ(49).

شُرَكاء وفَريسَة

لقد ناقشنا بالفعل كيف أن الخلايا التي تتكوَّن منها أجسامنا هي شَراكة مُتبادَلَة مُتطوِّرة للغاية لميكروبات مستقلَّة سابقًا، وأننا نظلُّ حرفيًّا ومجازيًّا أوعِيَةً للحرب والتعاون الميكروبي الأجنبي. إن علاقاتنا مع الكائنات الحيَّة الكبيرة -الحيوانات والنباتات- التي نرتبط بها هي أيضًا مُعقَّدة وغالبًا ما تكون مشتبكة في منظومة تتراوح بين التعايش السلبي -حيث ليس لها تأثير يمكن ملاحظته علينا، أو تأثير لنا عليها- إلى الالتزام بالتكافُل المتبادَل، حيث نكون معتمدين على أنواع أخرى كما تعتمد هي علينا. غالبًا ما تقع هذه الشراكات في مكانٍ ما بين هذين النقيضين. وتعتبر الارتباطات المحايدة تمامًا (التعايش) نادِرةً حقًّا؛ لأن التحليل الدقيق يحدد عادةً بعض التكلفة أو الفائدة، مهما كانت صغيرة، في أي ترابط: هذه التكلفة والفوائد تجعل التطفُّل والتبادُليَّة مُسمَّيات أكثر شيوعًا.

بدأت قصة التبادُليَّة البشرية الكلاسيكية منذ 30,000 إلى 36,000 عام، لكنها لم تكن ناجحة حتى ما قبل 11,000 - 16,000 سنة: ترويض الكلاب (أو، كما في منزلي، ترويض الكلاب للإنسان). من المحتمل أن ترويض الكلاب بدأ بشكل سلبي، كعلاقة تبادلية بين أفراد غير عدوانية من مجموعات الذئاب وجماعات القنص في العصر الحجري القديم. وافتُرِض أيضًا أن البشر الأوائل ربما شجَّعوا نشاط الترويض من خلال تربية الذئاب المهجورة. من المحتمل أن تكون العمليات السلبية والفعَّالة قد ساهمت في ترويض البشر للذئاب. وربما تكون الذئاب قد استفادت من بقايا الجثث التي خلَّفَها الصيَّادون الأوائل، وساعدت في القبض على الفريسة، ووفَّرَت الدفاع ضد الحيوانات المفترسة المنافسة في مواقع القتل، وقامت بدور الخفر في المخيم للتحذير من الخطر. في النهاية، كان البشر قد بدأوا في إطعام الذئاب الأقل عدوانية؛ ممَّا أدَّى في البداية إلى التبادلية، ثم إلى أول حالة معروفة للترويض (مبدأ التبادلية الإلزامية). تلك النقطة أعقبها التطوُّر المشترك للبشر والكلاب (التي انحدرت من أسلاف الذئب الرمادي المنقرض الآن)(50).

ما أن تطوَّرَت العلاقة إلى الاعتماد المتبادَل، كان الجمع بين حيوان قطيع مخلص برائحة ورؤية حادة وأنواع بشرية مُجهَّزة بالإبداع وتكنولوچيا الأدوات؛ ممَّا أتاح دفاعًا ناجحًا وصيد فريسة أكبر وأكثر خطورة، مثل الماموث والدِّبَبَة والقطط الكبيرة. وبالتالي، فقد افتُرِضَ أن الكلاب المستأنسة كانت تقوم بالقنص مع البشر أثناء غزوهم لقارات جديدة؛ ممَّا أدَّى إلى خلق شراكة بين أنواع مختلفة، والتي يمكن أن تُحقِّق أكثر بكثير ممَّا يمكن لأي من النوعين إنجازها بمفرده. لقد قيل إن التبادلية أو التعاون بين الإنسان والكلب أدَّى إلى انقراض إنسان نياندرتال عندما غزت هذه الشَّراكة المميتة أوروبا، وإلى انقراض الفرائس الكبيرة من الثدييات وتهديد الحيوانات المفترسة عندما اجتاز البشر وكلابهم أمريكا الشمالية والجنوبية(51).

أشارت بعض الدراسات الحديثة في ترويض الحيوانات إلى أن الترويض أدى إلى الاحتفاظ بالسمات الفَتِيَّة (اليافعة) واختيارها في الأنواع المستأنسة، وهي آليَّة تُسمَّى "استدامة المرحلة اليرقية أو الفتية". قبل أربعين عامًا، قاد عالِمُ الوراثة الروسي ديمتري ك. بيلاييف Dmitry K. Belyaev دراسةً مُهِمَّة عن استدامة المرحلة اليَرَقيَّة عندما بدأ في ترويض الثعالب عن طريق الاختيار للترويض. أدَّى القيام بذلك إلى ظهور ثعالب بالِغَة تُشبِه الجراء، وتختلف في مزاجها وسلوكها وتشكيلها عن أسلافها البرية. وتحتفظ بالصفات الفَتِيَّة، مثل التصرُّفات الثانوية والسلبية. استدامة المرحلة اليرقية هي تفاعُلٌ شائع بين التطور وتطور الكائن الحي. يكون صغار البشر، في الرَّحِم، بلا شَعرٍ، ويولدون برؤوس وعقول أكبر نسبيًّا من البالغين. مع استدامة المرحلة اليرقية، يتمُّ الاحتفاظ بهذه السمات الموجودة بالفعل في الأحداث بشكل انتقائي؛ ممَّا يؤدِّي إلى أدمغة كبيرة نسبيًّا وفقدان الشَّعر والفراء لدى الإنسان البالغ(52).

وهكذا، مع هذه الشراكة المتبادَلة الجديدة وتفكيرهم الإبداعي لمواجهة خطوط العرض الأكثر برودة والتكيُّف مع بيئات جديدة، استطاع البشر الانتقالَ بسرعة إلى قارَّاتٍ وجُزُر جديدة. أصبح البشر آنذاك أحرارًا من قيود النطاق البيولوچي والعضوي، وبحلول 10,000 قبل الميلاد، كنَّا قد غزونا كل قارة باستثناء القارة القطبية الجنوبية، ومعنا كلابنا وطُفَيليَّاتنا وميكروباتنا. أدَّى ذلك إلى واحدة

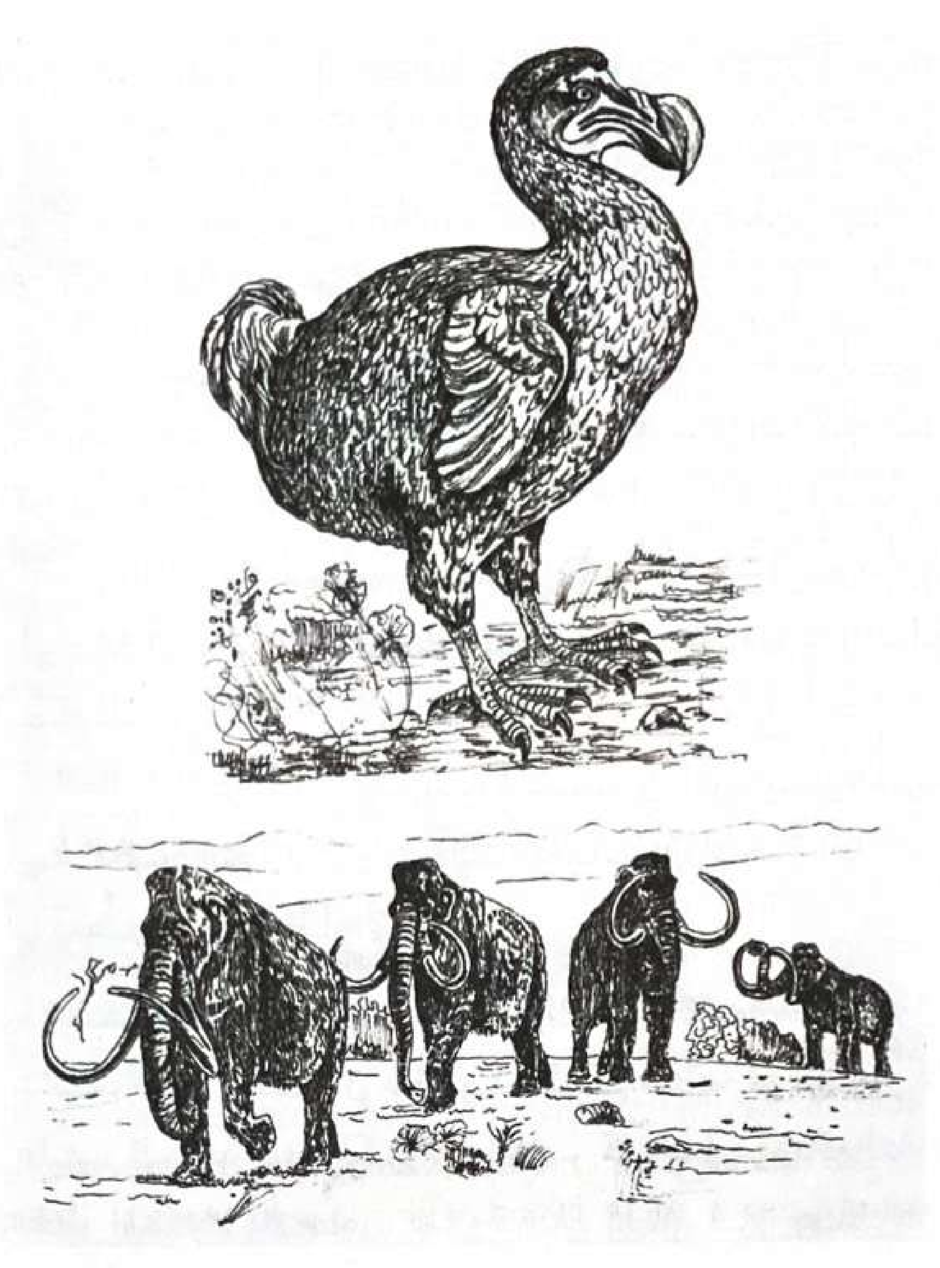
من أكثر العواقب الأوَّليَّة خطورةً لانتشار البشر على مستوى العالم: مواجهات مع حيوانات أكبر ليس لها خبرة مع البشر.

كانت عواقب الاعتماد المتبادَل مع الكلاب مأساويَّة. ففي حين أن التكافل الميكروبي أدى إلى خلايا ذات أنوية ونباتات وحيوانات متعدِّدة الخلايا، فمن المفترض أن علاقتنا التبادلية مع الكلاب أدَّت إلى انقراض معظم الحيوانات الضخمة (الحيوانات الكبيرة) في الأراضي الجديدة. لم يكن لدى هذه الحيوانات الكبيرة في كثير من الأحيان أي خوف من البشر، حيث لم يكن لديها الخبرة والأُلفَة مع البشر مثل الحيوانات الكبيرة في إفريقيا. ففي إفريقيا، تطوَّر البشر والكلاب جنبًا إلى جنب مع الحيوانات المفترسة الكبيرة والفرائس؛ لذلك بينما كان البشر يتقدَّمون، تعلَّمَت الحيوانات الإفريقية الكبيرة أن تكون حَذِرَة. بينما لم يكن لدى الفريسة الكبيرة التي تتكاثر ببطء على مساحات اليابسة التي تمَّ غَزوُها حديثًا مثل هذه الميزة، ويُعتقد أن نقص الأُلفَة هذا لعب دورًا مهمًّا في انقراض العديد من هذه الأنواع. بالنسبة للحيوانات الضخمة الساذجة، كان أسلافنا مجرَّدَ قرودٍ صغيرة نحيفة لا يُخشى منها، وهو سوء فَهمٍ جعلها مُعرَّضَة بشدة لاستراتيجيات الصيد الجماعي الإبداعية من جانب البشر الذين توسَّعوا في اجتياحهم لجميع أنحاء العالم. ورغم أن دور البشر في مثل هذه الأحداث التي أدَّت إلى انقراض واسع النطاق إلَّا أنه كان مُعقَّدًا بسبب التغيُّرات المناخية التي كانت تحدث بشكل متزامن، وعلى الرغم من أن انقراض الثدييات الكبيرة في عصر البليستوسين في أمريكا الشمالية، على سبيل المثال، كان سببها مزيجٌ من الغزو البشري، وتغيُّر المناخ، وتأثير النيازك، فإن دراسات الحالة من جميع أنحاء العالم لا تزال تُظهِر الدمار الهائل الذي سبَّبه البشر للحيوانات الضخمة التي تقابله. والنتيجة هي نمط مدهش يمكننا أن نشهده اليوم: معظم اليابسة بها عددٌ قليل من أنواع الحيوانات الكبيرة، إلا في القارة الإفريقية، التي تطوَّرَت فيها الحيوانات الكبيرة إلى جانب البشر، واستمرَّت في الازدهار(53).

عندما وصل البشر إلى أستراليا عن طريق الأطواف والتنقُّل بين الجُزُر خلال العصر الجليدي، على سبيل المثال، وجدوا حيوانات الكنغر التي يبلغ ارتفاعها سبعة أقدام، حيوانات عاشبة بحجم الشاحنات الكبيرة، وطيور لا تطير بارتفاع ثمانية أقدام، والحيوانات المفترسة التي يمكن قتلها جميعًا بسهولة. في غضون

ألفَيْ عام، انقرض 94 بالمائة من أنواع الحيوانات الكبيرة(54). أدَّى نقص الأُلفَة مع البشر، بالإضافة إلى تكتيكات الصيد الجماعي للبشر واستعمال الأدوات، وحتى استخدام النار لإخلاء البيئات وإخراج الحيوانات من مخابئها- أدَّى إلى التدمير السريع للحيوانات الضخمة، تمامًا كما حدث في أمريكا الشمالية، حيث انقرض 73 في المائة من الثدييات الكبيرة في غضون ألفَيْ عام من لقاء البشر. مرَّةً أخرى، رغم أن التغيُّر المناخي السريع في العصر الجليدي لعب دوره بالتأكيد، فلا يمكن تنحية دور النشاط البشري. ففي أمريكا الشمالية، على سبيل المثال، كان هناك عدد من مواقع القتل التي يرجع تاريخها إلى هذه الفترة، حيث يمكننا أن نرى أن القنَّاصين ساقوا ببساطةٍ مجموعاتٍ كبيرةً من الفرائس من المنحدرات العالية لتلقى مصرعها.

في زمن أقرب، أدَّى استعمار الجزر المحيطية إلى اتصال البشر مرة أخرى بحيوانات كبيرة فريدة في نوعها، وخاصة الطيور التي لا تطير والتي سرعان ما سيقت إلى الانقراض (شكل 3-2). في جُزُر المحيط الهادئ الاستوائية، دُفِعَت معظم الطيور البرية وأنواع من الطيور البحرية التي تُعشِّش على البَرِّ إلى الانقراض بسبب الصيد البشري أو عن طريق إدخال البشر للفئران إلى هذه الجُزُر. ويُعتقد أن فقدان أنواع الطيور في الجزر الاستوائية يتجاوَز ألفَيْ نوعٍ ويُمثِّل انخفاضًا عالميًّا بنسبة 20 بالمائة من عدد أنواع الطيور. وفي مدغشقر، أدَّى وصول البشر قبل ألفي عام إلى انقراض بعض الحيوانات المثيرة للإعجاب حقًّا: على الأقل ثمانية أنواع من طيور الفيل العملاقة التي لا تطير، وسبعة عشر نوعًا من الليمور التي تشبه القرود، وسلحفاة عملاقة، وتمساح، وثلاثة أنواع من فرس النهر، وقِطٌّ مُفتَرِس عملاق والنَّسر العملاق المُتَوَّج. وبسبب مساحات الأرض الصغيرة والسكان، وانخفاض مُعدَّلات الهجرة، ونقص الحيوانات المفترسة في كثير من الأحيان؛ فإن الأنواع الموجودة في الجزر المحيطية تكون مُعرَّضة بشكل خاص للانقراض عند وصول البشر(55).



شكل 2-3: تشمل الحيوانات التي انقرضت مع الهجرة الأولية للبشر من إفريقيا طائر الدودو (Raphus cucullatus)، وهو طائر لا يطير كان يستوطن جزيرة موريشيوس، شرق مدغشقر، والماموث الصوفي (Mammuthus primigenius)، وهو نوعٌ كان يصطاده البشر حتى انقرض منذ 4000 - 10000 سنة. اعتمد الرسم الأصلي على مصادر المجال العام.

بحلول فجر العصر الزراعي، كان الإنسان العاقل قد أثَّر بالفعل على الأرض أكثر من أي أنواع سابقة. حدثت الموجة العالمية الأولى من الدمار من خلال مزيج فعَّالٍ بشكل خاص بدافع الچينات الأنانية القاسية وتسخير الشُّرَكاء التطوُّريِّين الذين يجمعنا بهم الاعتماد المتبادل؛ الأمر الذي أدَّى إلى تضخيم الأنانية الفردية والجماعية كثيراً. في أقل من 100,000 عام، لم يُدمِّر جنسنا البشري جميع منافسيه

مـن الأنـواع البشريـة فحسـب، بـل أصبـح أيضًـا أكـثرَ الأنـواع الغازيـة عدوانيَّـةً وتدمـيرًا عـلى وجـه الأرض. مُجهَّـزًا بـالأدوات والتجـارة واللغـة والنـار، فمـع وجـود الـكلاب إلى جانبهـم، أصبـح الإنسـان، عـلى ذروة الكائنـات المفترسـة في الكوكـب، وأصبـح قـادرًا عـلى التحـرُّك كـما يشـاء والبقـاء عـلى نحـو خـلَّاق، وأن ينجـو مـن الصراعـات. كان البـشر يتطـوَّرون ويـزدادون تعقيـدًا بسـبب عمليـات النشـوء الـذاتي التـي تقـوم عليها حياتهـم، حيـث أن كل تغيـير سـيغيِّر شـيئًا آخـر، والـذي بـدوره يُغـيِّر شـيئًا آخـر. إن التاريـخ المبكِّـر لجنسـنا يـضرب مثـلًا واضحًـا لقـوى التعـاون داخـل البيئـة، مثـل شراكتنا مـع الـكلاب، والقـوى التدميريـة للمنافسـة، مثـل إبـادة الأنـواع البشريـة الأخـرى. إنـه أيضًـا تذكـيرٌ بمـا يعنيـه أن تكـون جـزءًا مـن نظـام بيئـي وأن تنمـو وتتطـوَّر جنبًـا إلى جنـب شركاء النظـام البيئـي: انقـراض الثدييـات الكبـيرة في جميـع أنحـاء العـالم، بمـا في ذلـك التهديـدات الحاليـة للحيوانـات الضخمـة المتبقيـة في إفريقيـا، يـدلُّ بشـكل مؤثِّـر عـلى قـوة وأهميـة الحيـاة التعاونيـة والتبادُليَّـة، وكيـف أن إدخـال عنـاصر جديـدة في النظـام يمكـن أن يُعطِّـل هـذا النظـام تمامًـا.

ومـع ذلـك، وبقـدر مـا كان البـشر مُهَيمِنـين، إلا أنهـم كانـوا مـا يزالـون مُحاصَريـن في السلسـلة الغذائيـة. كانـوا يعتمـدون عـلى مـا يمكنهـم قَنصُـه أو العثـور عليـه. لا تزال البيئـة تسـيطر عليهـم إلى حَـدٍّ كبـير. لكـن هـذا الأمـر كان عـلى وشـك التغيـير، مدفوعًـا بالمزيـد مـن التطـوُّر المشـترك والتعـاون. عـلاوة عـلى ذلـك، فـإن هـذا التغيـير القـادم سـيُطلِقُ العَنـانَ لتحـوُّلٍ زلـزاليٍّ عالمـيٍّ ثـانٍ في الحيـاة عـلى الأرض، حيـث طـوَّر الإنسـان في العـصر الحجـري القديـم اعتـمادًا متبـادلًا عـلى مجموعـة صغـيرة مـن النباتـات والحيوانـات التـي سـتنضمُّ إلينـا في غـزو العـالم بتبعيَّـةٍ قويَّـة وتعاوُنيَّـة.

الفصل الثالث

ترويضُ الطَّبيعة

إن تمشيط الشاطئ، مثل مراقبة الطيور واستخراج محار البطلينوس وصيد الغزلان، كلها أفعال لها صِلَةٌ بتهدئة الروح لتدريبنا المهني الطويل على الأرض. اعتمد أسلافنا في حياة القنص والجمع على معرفة التاريخ الطبيعي من أجل البقاء. ونحن لدينا روابط مماثلة موروثة، ولكن ليست عميقة، للعمل في التربة والعناية بمحاصيلنا. فنحن نُزيِّن منازلنا بالورود، ونقوم بتصميم مشهد ساحاتنا بالخُضرَة، ونجد راحة في العناية بالحدائق، وهي أعمال تربطنا بشكل لا شعوري بماضينا التطوري مع البَستَنَة. لديَّ رغبة بدائية مُحرِجة في القضاء على الأعشاب الضارة المنتشرة بشكل خاص والتي تُهدِّد حديقة بيتي، لكن لا أمانع عندما أراها تزدهر في مواقف السيارات العامة. حتى أننا نحتفل ببهبة الأرض في الإجازات الموسمية التي أصبحت مُنفَصِلةً عن أغراضها الأصلية. ثقافيًا وچينيًا، نفكر في ماضينا لأننا من صياغة هذا الماضي، ومنه أتينا في طريقنا للسيطرة على الأرض.

إن تدجين العدد الصغير نسبيًا والمختار من النباتات والحيوانات التي نعتمد عليها، والتي تعتمد علينا في بقائها على قيد الحياة، هو تبادُلٌ تَطوُّري مشترك،

عمليـة تكافُليّـة، تشـكَّلَت بدقـة بالغـة بنـاء عـلى الفوائـد المتبادلـة كـما هـو الحـال مـع الاعتـماد التطـوري المشـترك بـين زهـور النبـات والحـشرات الملقِّحـة لهـا. لقـد أدّى تطـور العلاقـة المتبادلـة بـين الأزهـار والحـشرات إلى انفجـار التنـوُّع في النباتـات المزهرة ومُلقِّحاتهـا. وبالمثـل، أدى تدجـين الإنسـان لمجموعـة صغـيرة ومختـارة مـن النباتـات والحيوانـات إلى أن تصبـح هـذه الأنـواع مـن أكـثر الأنـواع وَفـرَةً عـلى وجـه الأرض مـع سـيطرة البـشر عـلى الكوكـب.

كانـت الثـورات الزراعيـة ضمـن بعـض أشـدّ نقـاط التحـوُّل دراماتيكيَّـةً في تاريـخ الإنسـان والأرض، حتـى أنهـا تتكافـأ مـع ترويـض النـار واخـتراع الطهـي، التـي غـيَّرَت أدمغتنـا وقادتنـا كنـوع إلى الهيمنـة العالميـة. حدَثَـت هـذه الثـورات -بصيغـة الجمـع- مـن أجـل تطويـر الزراعـة بشـكل مسـتقل عـلى الأقـل سـتَّ مـرات في جميـع أنحـاء العـالم، وكانـت مسـتوحاة ومدفوعـة بـشراكات التاريـخ الطبيعـي بـين الأنظمـة والكائنـات الحيـة التـي أدَّت إلى تطـور البـشر في المقـام الأول. قبـل أن تصبـح الزراعـة ونمـط الحيـاة المسـتقرة المصاحـب لهـا هـو نمـط الحيـاة عـلى الأرض، كان البـشر لا يزالـون تحـت تحكُّـم بيئتهـم: كان المنـاخ، والإمـدادات الغذائيـة، والحيوانـات المفترسـة، لا تـزال تُمـلي عـلى الإنسـان اسـتجاباته، وكنـا مندمجـين في شـبكة الغـذاء في حيـاة التنقـل والاعتـماد عـلى القنـص والجمـع.

تتطلَّـب متابعـة هـذا الانتقـال بـين أنمـاط الحيـاة فَهـمَ حيـاة القنـص والجمـع بشـكل أكـثر عمقًـا، وتحديـدًا العلاقـات المتبادلـة والتغذيـة المرتـدَّة التـي كانـت تحـدث بالفعـل وتتطـور في الوجـود البـشري قبـل الزراعـة. مـن تقنيـات إدارة الأراضي التـي اسـتُنبطت مـن العيـش في مناطـق منخفضـة الإنتاجيـة، إلى تدجـين حيوانـات الرعـي وبـذور الحشـائش، إلى التطـور المشـترك للنباتـات والحيوانـات وأجهزتنـا الهضميـة، كانـت الزراعـة هـي النتيجـة النهائيـة لشـبكة مـن علاقـات تعـاون غـير مقصـودة أو غـير متعمَّـدة إلى حَـدٍّ كبـير. عندمـا أصبـح البـشر مُدرِكـين تمامًـا لهـذه الآليـات والعلاقـات المتبادلـة، تمكَّنـوا مـن الاسـتيلاء عـلى مقاليـد الزراعـة والتدجـين والسـيطرة عـلى بيئتهـم. أدَّت الثـورات الزراعيـة إلى قيـام البـشر بالإنجـاب بشـكل لم يسـبق لـه مثيـل في مناطـق مكتظَّـة بالسـكَّان غَـيَّرَت الأرض، ومجموعـات النباتـات والحيوانـات، وحتـى الغـلاف الجـوي لكوكـب الأرض بأكملـه. جلـب هـذا التطـوُّر العديـدَ مـن العواقـب السـلبية وإيجابيـة. وربمـا كان خروجنـا مـن قيـود وضغـوط السلسـلة

الغذائية والبيئات الطبيعية قد منحنا السيطرة على الكوكب، لكنه وضعنا أيضًا في مسار خطير يهدد حضارتنا المعلنة.

من مُعَسكَرات الصّيد إلى إدارة الأراضي

قبل وجود المزارع كانت هناك معسكرات الصيد. نظرًا لأن أسلافنا من الصيادين والجامعين من أواخر العصر الحجري كانوا يعتمدون على الحركة المتغيِّرة الطبيعية لدورات نمو النباتات الموسمية والهجرات الحيوانية، فقد كانوا يقيمون معسكرات موسمية لصيد الأسماك والقنص والحصاد. بعض الكهوف المتوارثة، على سبيل المثال، احتلَّها البشر لأكثر من مليوني سنة، قبل الإنسان العاقل. كانت الكهوف مساكن طبيعية على المدى القصير، ولكن مجموعات من البشر الأوائل قامت أيضًا ببناء ملاجئ ذات أسقف من القش من الحجر أو الطوب اللَّبِن الذي تمَّ تجفيفه في الشمس، أو عوارض خشبية أو عظام ضلوع أنواع من الماموث انقرضت قبل فترة طويلة. في ذات الوقت، تطوَّرَت المدن البدائية السابقة على الزراعة في مناطق مُنتِجَة وغَنيَّة بالأغذية، مثل الساحل الغربي للأمريكتين والساحل الشمالي لإفريقيا ووديان الأنهار الأوروبية وعلى طول الأنهار في الصين. كانت تلك مساكن فريدة من نوعها، لا سيَّما لأن البيئات الأكثر إنتاجية لم تكن صالِحةً لسُكنى البشر الأوائل بسبب الغابات الكثيفة الخطرة التي كانت موطنًا للحيوانات المفترسة الكبيرة. سيطرت الغابات الخطرة على المساحات الطبيعية المنتجة قبل أن يطور البشر تقنيات تدجين المحاصيل والأدوات المتقدِّمة التي كانت ضروريَّةً لإزالة الغابات من أجل الزراعة(56).

إن عدم القدرة على العيش في أكثر الموائل المرغوبة، والأكثر ثراءً بالطعام، ينمُّ عن قاعدة التجمع العام للمجتمع في علم البيئة التجريبي. يُطلق على هذا المبدأ "مبدأ الاستبعاد التنافسي"، وينصُّ على أن كائنين لهما نفس البيئة الملائمة أو المتطلَّبات لا يمكن أن يتعايَشَا. وهذا يعني أن معظم الحيوانات المفترسة والمتنافسة تحتكر أفضل الموائل للنمو والتكاثر؛ ممَّا يؤدي إلى إزاحة الأنواع الأضعف إلى موائل أقلَّ مُلاءَمةً. اقتصرت هذه الضغوط في البداية على البشر في موائل السافانا وضفاف الأنهار منخفضة الإنتاجية، تمامًا كما تسبَّبَت غابات

المنجروف الكثيفة في غينيا الجديدة في الحد من قدرة الأسرة التي التقيتُ بها خلال رحلتي البحثية في سنوات العقد 1970، واضطرتهم إلى قضاء لياليهم في البحر بحثًا عن الأمان. تمسَّك البشر بموائل السافانا وضفاف الأنهار، تمامًا مثل القرود التي تمسَّكت بقِمَم الأشجار، بسبب قواعد التاريخ الطبيعي للتجمُّع البيئي على مدى آلاف السنين من الانتقاء الطبيعي وفهمه خلال العقود القليلة الماضية من خلال التجارب الميدانية المحكمة(57).

وفَّرَت هذه المناطق ذات الإنتاجية المنخفضة ملاذًا ليس فقط للإنسان، ولكن أيضًا للكائنات الحية الأخرى، مثل النباتات العشبية سريعة النمو والحيوانات العاشبة المسالمة التي كانت تقتصر على هذه الموائل لنفس الأسباب والقواعد. كانت الحشائش والحيوانات العاشبة المسالمة التي تتقاسم مثل هذه الموائل مثاليَّةً لتشكيل الاعتماد والتكافل المتبادل. هذا التجمُّع المجتمعي الطبيعي البسيط لم يتسبب مباشرة في التدجين؛ بدلًا من ذلك، كانت الكائنات المثالية في المكان المناسب وفي الوقت المناسب للتطور المشترك، والاستيطان، والحضارة. لقد جاء التدجين والزراعة نتيجةَ علاقات تعاونية، ولم يكن بفعل ومضات من البراعة والإبداع البليغ.

قبل تدجين كائنات أخرى غير الكلاب، كان الإنسان قد بدأ بالفعل في إدارة المساحات الطبيعية التي يسكنها لزيادة إنتاجية الغذاء. حدث هذا بشكل شائع ومكثَّف بالقرب من الملاجئ الموسمية، حيث جمعت أجيالٌ وأجيال من مجتمعات القنص والجمع قدرًا كبيرًا من المعرفة بالنباتات والحيوانات المحلية(58). لقد اتجهوا لانتقاء النباتات القابلة للتسييس وذات الملامح المرغوبة، مثل رؤوس البذور الكبيرة، واستبعدوا تلك النباتات ذات الثمار الصغيرة المتقزِّمة. كما أزالوا الأنواع غير المرغوب فيها والأفراد المصابة من مجتمعات نباتاتهم المفضَّلة. وأثناء رعاية النباتات المفضَّلة وجمعها ومعالجتها، أصبحوا عن غير قصدٍ عوامِلَ انتشار، ينشرون بذور تلك النباتات في أماكن التخييم الموسمية، وأماكن قمامتهم وفضلاتهم، والمواقد، وعلى طول طرق السفر. صُقِلَت هذه المهارات والتجميعات دون تخطيط، وتمكن البشر الأوائل من تسخيرها عن طريق التجربة والخطأ، بحيث أصبحوا بمرور الوقت خبراء ماهرين في البستنة. لقد تعلَّموا من خلال الممارسة ما سيُثبِتُه الراهب الألماني جريجور مندل Gregor Mendel

لاحقًا في القرن التاسع عشر ضمن عمله حول التبايُن الجيني في البازلَّاء: عندما يتمُّ التركيز على سِمَةٍ مُعيَّنة وتشجيعها، فإن الانتقاء الطبيعي سيكافئ الأجيال القادمة من النبات بنفس الصفة. مثل النحل والطيور الطَّنَّانة التي تختار الزهور ذات الرحيق الأفضل، أصبح البشر الأوائل وُكلاءَ للانتقاء الطبيعي- تمامًا كما تفعل عندما تزيل النباتات ضعيفة النمو أو المصابة بالآفات من حديقتك.

كان استخدام النار لحرق حواف الغابات تقنيةً بارزة وهامَّة أخرى قبل الزراعة لإدارة الأراضي. أعطى حرقُ الغابات للإنسان الأوائل إمدادًا فوريًا بالبذور والخضروات المطبوخة، وحتى الحيوانات المطبوخة المخبأة تحت شجيرات الغابة- كان هذا في العصر الحجري القديم هو المكافئ لشراء الوجبات السريعة اليوم. حافظ الحَرقُ المنظَّم أيضًا على المساحات الطبيعية أكثر إنتاجًا وأقلَّ خطورة، يهيمن عليها العشب والشجيرات، مع وضع حدود للغابات التي تمثِّل تهديدًا بما فيها من الحيوانات المفترسة الكبيرة والعدوانية والنباتات المسيطرة بشكل تنافُسيٍّ وذات الدفاع الجيد. في نهاية المطاف، تم اختيار النباتات المقاومة للحريق، أو حتى التي تعتمد على الاحتراق للاستمرار والهيمنة، والتكاثُر الجنسي، وإنتاجها من البذور في المساحات المفتوحة. هذا أقل غَرابةً ممَّا يبدو؛ لأن النباتات والمجتمعات النباتية التي تعتمد على الحرائق تحدث بشكل طبيعي في الموائل المعرَّضة لصواعق متكررة، مثل غابات الصنوبر طويلة الأوراق في فلوريدا أو السافانا الإفريقية. في هذه الموائل، حيث يمثل الحريق خطرًا مُنتَظَرًا، لا يمكن للعديد من النباتات التكاثُر بدونه. قد يكون البشر قد تعلَّموا فوائد الحرائق من تلك المجتمعات النباتية التي كانت تعتمد عليها في أوطان أسلافنا (في السافانا الإثيوبية)(59).

زادت المساحات الطبيعية التي تُخلِّفها الحرائق من وفرة النباتات العشبية سريعة النمو والتي لا تتمتَّع بحماية، والتي كانت بدورها جاذبة للحيوانات العاشبة الكبيرة التي ترعى على هذه النباتات، مثل الأغنام والماعز والماشية. بعبارة أخرى، كان الارتباط المتبادَل بين الحيوانات العاشبة والأعشاب، حيث تستفيد حيوانات الرعي من مصدر غذاء سهل ويستفيد العشب من تباطؤ توسُّع الغابات بسبب الرعي، وهي علاقة استغلَّها البشر وشجَّعوها مع حرق

الغابات. تحافظ حيوانات الرعي على حدود عشبية، وقد اختُبِرَت هذه المسألة بالفعل على نموذج النظام البيئي للشاطئ الصخري.

بالإضافة إلى تحفيز ردود الفعل الإيجابية بين الحيوانات العاشبة والنباتات المفضَّلة والبشر، قد يكون حرق الغابات قد أدَّى بالبشر إلى التعرُّف على كيفية أن النار والطهي يزيد من اتساع وجباتهم الغذائية عن طريق تليين وإزالة السموم من النباتات غير الصالحة للأكل وتحويلها إلى أطعمة مليئة بالطاقة. قد يكون حرق الغابات قد أعطى الإنسان نظرة ثاقبة للتقنيات المستقبلية مثل أدوات التقسية بالحرارة، ومزايا الفحم، وحتى تشكيل المعادن والزجاج. اليوم، لا يزال السُّكَّان الأصليون لأستراليا يستخدمون النار لإدارة الأراضي، ولا تزال زراعة القطع والحرق طريقة مُستَخدَمة على نطاق واسع من قبل العديد من الثقافات الأصلية في أمريكا الوسطى والجنوبية(60).

بين العودة المتكررة إلى المعسكرات الموسمية واستخدام النار للسيطرة على إنتاج النباتات -من خلال الحفاظ على النباتات المفضَّلة والحد من توسُّع الغابات- كان البشر جزءًا من التعايش المتزايد الذي ينطوي على ردود فعل إيجابية بينهم وبين جيرانهم من آكلات الأعشاب والنباتات الصالحة للأكل. هذا هو السبب في أن أصولنا التطوُّريَّة كانت في السافانا والأراضي العشبية: فهي ليست أكثر الأماكن إنتاجًا للغذاء على وجه الأرض، ولكنها المكان الذي يمكننا فيه القنص والجمع بأمان، وحيث يمكننا معرفة التاريخ الطبيعي لعالم الأعشاب من حولنا. لقد كانت فقط مسألةَ وقت قبل أن تندمج هذه العناصر في العلاقات التبادُليَّة التي سبقت مباشرةً تدجين الحيوانات والنباتات.

التَّطوُّر المشترك والتدجين

تطوَّرَت شراكات البشر ذات المنفعة المتبادَلة مع النباتات والحيوانات المحلية بشكل مُسالِم عن طريق الانتقاء الطبيعي، وليس نتيجة معرفية أو قصدًا. صيغ مصطلح "التطور المشترك" أو 'Coevolution' مع وصفه في البداية على يد بول إيرليش Paul Erlich وبيتر رافين Peter Raven في ورقة قدَّماها عام 1964 عن الفراشات والنباتات، ولكن الفكرة كانت موجودة ضمنيًّا في ملاحظات داروين

حـول التفاعُـلات بـين الأزهـار والحـشرات الملقِّحـة لهـا(61). يصـف التطـور المشـترك علـى نحـو ملائـم ليـس فقـط العلاقـات السـلمية القائمـة عـلى التغذيـة المرتـدة والتـي نَمَـت مـن البـشر الذيـن قامـوا انتقائيًّا بإزالـة الأعشـاب الضـارة مـن المناطـق المحيطـة بمخيَّماتهـم؛ مـمَّا أدّى بالمصادفـة إلى فصـل النباتـات المفيـدة في مواقـع المعسـكرات وأماكـن الخـلاء التـي يتخلَّصـون فيهـا مـن الفضـلات (وبالتـالي يقومـون بتسـميدها أيضًـا)، وحـرق حـواف الغابـات، ولكـن أيضًـا مـع أولى الإشـارات نحـو اتجـاه البـشر إلى تدجـين الحيوانـات.

أدَّى تدجـين البـشر للحبـوب إلى فقـدان خصائـص توزيـع البـذور في النباتـات: يفضِّـل البـشر اختيـار النباتـات ذات البـذور التـي بقيـت ملتصقـة بـرؤوس البـذور، السـنابل أو الكيـزان، لسـهولة الحصـاد، ثـم انتقـى البـشر مـا يـؤدي إلى فقـدان آليـات توزيـع البـذور المختلفـة، مثـل الشَّـعر والخُطَّافـات والأشـواك التـي تجعـل حصـاد البـذور ونقلهـا ومعالجتهـا مسـألةً مُعقَّـدة. والمفارقـة أن هـذه الشُّـعَيرات والأشـواك هـي التـي أدَّت في البدايـة إلى تدجـين هـذه النباتـات العشـبية، لأن بذورهـا كانـت تتعلـق بحيوانـات مُشـعِرة مثـل الثدييـات الكبـيرة أو أسـلافنا مـن البـشر الهومينيـد. لكـن البـشر بعـد ذلـك أصبحـوا يختـارون البـذور عـلى أسـاس فقـدان آليـات التوزيـع؛ مـمَّا يجعـل المزيـد مـن نجـاح النبـات يعتمـد عـلى التدخُّـل البـشري، وليـس عـلى الحيوانات أو الريـاح. أخـيراً، كانـت البـذور تُنتَقـى بنـاء عـلى تمتُّعهـا بحجـم كبـير وكيميـاء مواتيـة (مثـل فقـدان إشـارات الإنبـات)، والنضـج المتزامـن، ومورفولوچيـا النمـو المتزامـن. كل هـذا قـام بـه القانصـون الجامعـون عـن غـير قصـد، بـل كانـوا وكلاء فاعلـين للانتقـاء الطبيعـي، مُفضِّلـين اسـتخدام ونـشر النباتـات ذات السِّـمات التـي يحبُّهـا البـشر(62).

بـدأت الحيوانـات أيضًـا، مثـل الأغنـام والماشـية، ككائنـاتٍ متعايشـة تسـتفيد مـن العيـش بالقـرب مـن البـشر: هـذه الحيوانـات العاشـبة المسـالمة يمكنهـا الاسـتفادة مـن العشـب الـذي يسـهل الوصـول إليـه خـارج الغابـات الأكـثر خطـورة، كـما أنهـا تسـتطيع في الأراضي العشـبية المفتوحـة تطويـرَ دفاعاتهـا الخاصـة بشـكل أفضـل ضـد الحيوانـات المفترسـة. كانـت هـذه الأنـواع، كحيوانـات قطيـع، تجـد الأمـان في الأعـداد والراحـة في الجماعـات التابعـة لقائـد. أطلـق ويليـام هاملتـون W. D. Hamilton عـلى هـذه المجموعـات اسـمَ "القطعـان الأنانيـة"، مقترحًـا أن الأفـراد التابعـين جسـديًّا وتنافسـيًّا وأنـواع الفرائـس الضعيفـة قـد تطـوَّرَت لتعيـش في مجموعـات؛ لأن قيمـة الحمايـة

مـن المفترسـات تفـوق تكاليـف العيـش معًـا. يمكـن رؤيـة فوائـد الحيـاة الجمعيـة في التجمُّعـات مـن الأبقـار إلى الـزرزور إلى بلـح البحـر والمحـار السـاحلي: العيـش في التجمُّعـات اسـتراتيجية طبيعيـة شـائعة للبقـاء. وقـد اجتذبـت المجموعـات الضخمـة مـن المحـار أو شـعاب المحـار عـلى الشـواطئ البحريـة ومصبّـات الأنهـار الاسـتعمارَ البـشري المبكّـر أيضًـا: بعـد آلاف السـنين، كانـت مواقـع هـذه الشـعاب المرجانيـة للمحـار، التـي تـمَّ حصادهـا لفـترة طويلـة، تشـير بطـرق جغرافيـة أثريـة ومثـيرة إلى المـدن التـي تطـوَّرَت مـن أجـل اسـتغلالها. في أحيـاء مدينـة نيويـورك، أدت التـلال القديمـة المليئـة بالأصـداف إلى إنشـاء أول مبـانٍ شـبه أسـمنتية، والتـي تـمَّ بناؤهـا بطريقـة لم يتمَّ فهمها بعدُ لخلـط أصداف المحـار بالرمـل وغيرها مـن المـوارد المتاحة بسـهولة لصنـع مـواد بنـاء متينـة(63).

عـلى عكـس المحـار (والـزرزور ومعظـم حيوانـات القطيـع)، كان يمكـن بسـهولةٍ إدارة سـلوكيات الرعـي للحيوانـات العاشـبة مثـل الماشـية مـن خـلال السـلوكيات البشريـة التـي سـتصبح في الوقـت المناسـب هـي سـلوكيات الرُّعـاة الأوائـل. كانـت الحيوانـات العاشـبة تنمـو بالقـرب مـن البـشر حتـى طوَّرنـا العلاقـة التبادليـة الإلزاميـة. كان هـذا أسـهل مـع الحيوانـات الاجتماعيـة المتعايشـة، مثـل أسـلاف الأغنـام، التـي كان يمكـن ترويضهـا بشـكل مسـالم، ويمكـن في النهايـة إدارة سـماتها وانتخـاب المفضَّـل منها. وكـما أوضـح عالِـمُ الأحيـاء النمسـاوي كونـراد لورينـز Konrad Lorenz منـذ نصـف قـرن، تعـزَّزَت هـذه العلاقـات المتبادلـة مـن خـلال البصمـة، حيـث تضـع الحيوانـات الاجتماعيـة سـهلة الانقيـاد، عندمـا تكـون صغـيرة، بصمَتَهـا عـلى البـشر الذيـن يعيشـون بالقُـرب منهـم، فتراهـم كآبـاء أو شـخصيات قياديـة. وجَّـه التطـوُّر المشـترك والبصمـة عـددًا مـن الأنـواع النباتيـة والحيوانيـة حتـى نقطـة التدجـين، ووجَّـه البـشرَ نحـو أنمـاط الحيـاة الزراعيـة. وبمـرور الوقـت، منـح البـشر أيضًـا تغذيـةً وصِحَّـةً أفضـل ونجاحًـا أكـبر في الإنجـاب. ثـم تعـرَّف الإبـداع البـشري عـن طريـق القـدرة المعرفيـة بالتدجـين كأداة أو تقنيـة جديـدة قويـة وسـخَّرت مـا كان يحـدث بالفعـل مـن خـلال أجيـال مـن العلاقـات الطبيعيـة ذات المنفعـة المتبادلـة.

أدّى الاسـتخدام الفَعّـال لتكنولوچيـا التدجـين إلى نمطـين مختلفـين مـن أنمـاط الحيـاة البشريـة المبكـرة: المزارعـون المتوطِّنـون الذيـن يعتنـون بالمحاصيـل النباتيـة، والرعـاة الذيـن يرعـون حيوانـات الرعـي وهـم يتنقَّلـون بـين مصـادر الرعـي المنتجـة.

وقد أدى ذلك إلى وجود ثقافات متباينة، من ناحية، للمزارعين المستقرين الذين يستثمرون في قطع الأرض التي ستصبح بدورها مُدُنًا، والقادرين على دعم تجاربهم وأنشطتهم الزراعية، ومن ناحية أخرى، قبائل بدوية رعوية اعتادت نمط حياة متنقِّلة تعتمد على التجارة ورعاية الماشية والفروسية. دفعت المدنُ النُموَّ السكاني للثقافات الزراعية الريفية، بينما أدَّى تدجين الخيول إلى نمو الثقافات الرعوية البدوية، وبمرور الوقت، التجارة(64).

كما تُذكِّرنا ميليندا زيدير Melinda Zeder من مؤسسة سميثسونيان، فإن التدجين هو علاقة متبادلة ومستمرة متعدِّدة الأجيال، حيث يفرض أحد الكائنات الحية نفوذَه على التكاثر والعناية بكائن حي آخر لتأمين إمداد مُنتَظَر من مورد مهمٍّ- مع الكائنات الشريكة، يكتسب الكائن، سواء فاعل التدجين أو المستَهدَف من التدجين ميزةً على الأفراد الذين بقوا خارج هذه العلاقة(65). هذا التعريف بالتحديد يشير إلى نفس لعبة المنافع التي تقود الكائنات إلى التطوُّر المشترك في المقام الأول، ويضيف التدجين استدامةً واعية لهذه العلاقة، استدامة أدَّت إلى إبداع تقنيات مُصمَّمة لتحسين إنتاجية الحيوانات الأليفة. أدَّت القدرات المعرفية المتصاعدة لدى البشر إلى استقطاب النجاحات النباتية والحيوانية لإفادة البشرية، أدَّى التدجين الذي أعقب ذلك ليس فقط إلى هيمنة الإنسان، بل أدَّى أيضًا إلى تحوُّل حفنة من النباتات والحيوانات المختارَة بشكل ضمني إلى أكثر النباتات والحيوانات وَفرَةً على الأرض.

لا يتوقَّف التطور المشترك على أن يكون طريقًا ذا اتجاهين: فقد استفادت بعض النباتات والحيوانات من النجاح المتزايد للإنسان دون أن يفيد البشر منها في المقابل. يمكن أن يكون لهذه النباتات والحيوانات علاقات تعايش أحاديَّة الاتجاه مع البشر، حيث لا يجني البشر منها مساعدةً أو أذى، أو علاقات طفيلية مَبنيَّةً على نجاح الإنسان. وذلك مثل الجرذان والكلاب والقمل والقراد وغيرها من الحيوانات المتعايشة الأخرى التي تبعت البشر بشكل سلبي وتطوَّرَت معهم، كذلك فعلت النباتات التي من شأنها أن تصبح متعايِشَةً إلزاميًا؛ ممَّا يتطلَّب انتشار الإنسان، وما يثيره من اضطراب للبيئة، وخلقه للموائل. النباتات مثل الهندباء، وعصا الذهب، ولسان الحَمَل (نبات أطلق عليه سكان أمريكا الأصليون "بصمة أقدام الرجل الأبيض")، واللبلاب السام، والنباتات الأخرى التي يُنظر إليها

على أنها "أعشاب ضارة"، كلها تعتمد على انتشار البشر وتأثيرهم على البيئة، وهي في نجاحها مثل الجرذان والقمل والقراد والماشية والقمح. لعب الانتشار غير المقصود للنباتات الانتهازية إلى المعسكرات البشرية على أيدي القنّاصين الجامعين دورًا كبيرًا في النجاح التكاثري لهذه النباتات.

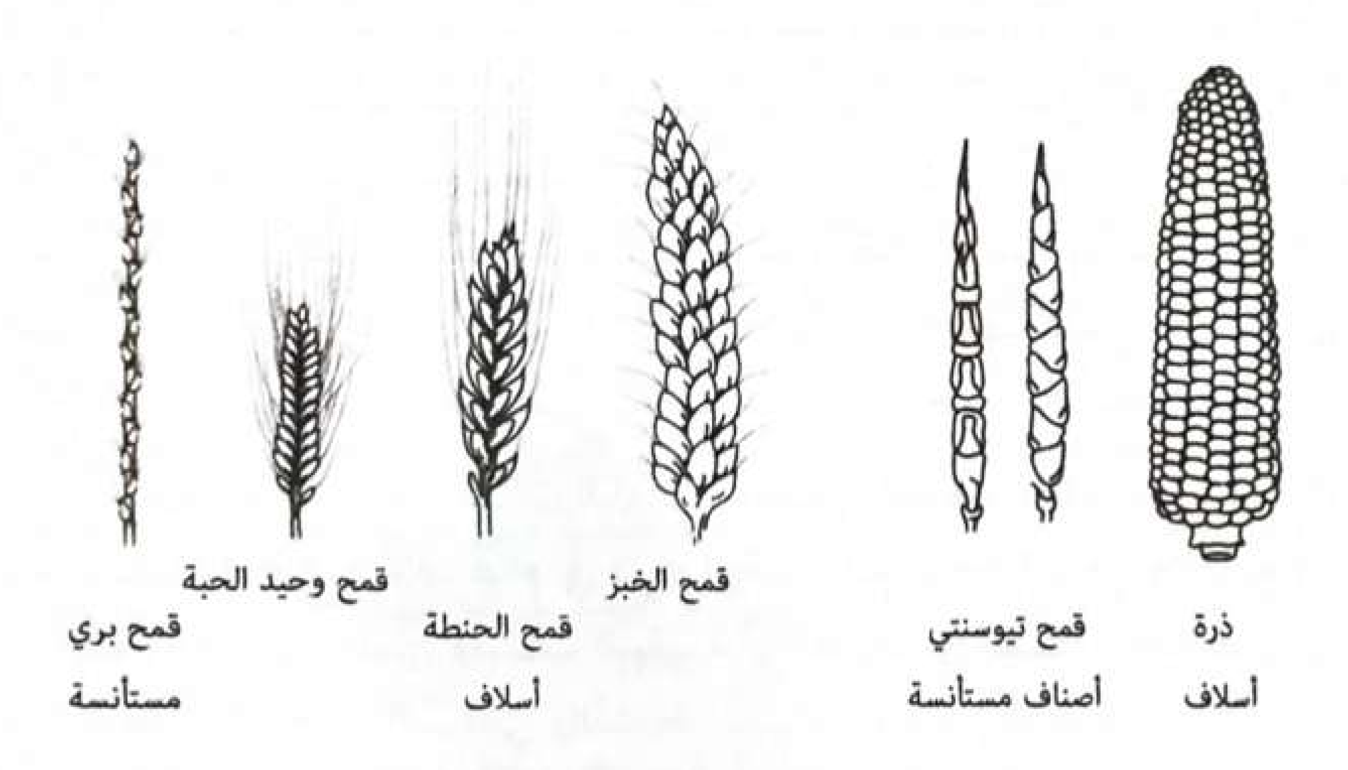
هؤلاء الشركاء غير المختارين لهم تاريخٌ طبيعيٌّ أدّى إلى زيادة نجاحهم إلى الحد الأقصى كمتجوِّلين في أنماط الحياة البشرية. بالنسبة للنباتات، فإن السِّمات المهمة التي تمنحها القدرة على ربط عرباتها التطوُّريَّة بصاروخ البشرية تشمل الإنتاج المرتفع للبذور، والنمو السريع، وفترة نوم طويلة للبذور، وارتباط انتشارها بالإنسان، والانتشار الخضري (اللا جِنسي)، والقدرة على الازدهار في المواقع التي اضطربت بتأثير البشر. وهي قادرة على القيام بذلك من خلال تقاسُم موارد محدودة بين جيرانها، بحيث يمكن دعم أجزاء النبات التي تعاني من الضغط ورعايتها عن طريق أفراد مستنسخة غير مجهدة. في حالة الكائنات المتعايشة مثل القراد، والجرذان، والبق، والقمل، وذباب الفاكهة، فإن ما نسميه "الآفات" قد اتَّبع تَطوُّريًّا مسارات الغذاء والمأوى الانتهازية التي خلَّفَتها القمامة البشرية وأماكن الإقامة، وأصبحت ناقِلةً مثالية لمسبِّبات الأمراض الميكروبية. التعاون، إذن، يحدث على مستويات متعدِّدة وبدرجات مختلفة من النشاط والسلبية والنِّيَّة والوعي. ساعد تعاون الهندباء أو الفئران مع البشر في أنواعها، حتى لو كُنَّا شركاء غير راغبين.

في الواقع، بدأ التدجين نفسه كعملية غير مقصودة، ونتيجة تطوُّريَّة مشتركة وليس كفكرة عبقرية. وقد أصبح هذا واضحًا عندما تعلَّم عُلَماء الأحياء المزيدَ عن التأثيرات القوية ورائعة البساطة للانتقاء الطبيعي في التجمُّعات البرية. يشير أول دليل على تدجين النبات إلى أنه حدث قبل اثني عشر ألف عام، خلال فترة ألف عام من التبريد المناخي السريع تُسمَّى فترة درياس الصغرى. افترضت النظريات المبكِّرة أن فترة التبريد هذه كانت المحرِّكَ الأساسي للتدجين؛ لأنها قيَّدَت البشر والنباتات والحيوانات العاشبة في مناطق الملجأ. ورغم أن هذه النظريات فقدت مصداقيتها إلى حدٍّ كبير، إلا أن الظروف المناخية لعبت بالتأكيد دورًا مبكِّرًا حاسمًا في تاريخ الزراعة: نجاحاتها وإخفاقاتها(66).

تقليديًـا، ركّـزَت تفسـيرات أسـباب ونتائـج التدجـين (بخـلاف الـكلاب) والثـورات الزراعيـة عـلى الهـلال الخصيـب والسـهل الفيـضي بـين نهـرَيْ دجلـة والفـرات في بـلاد مـا بـين النهريـن (فيـما يعـرف الآن بالعـراق وإيـران) والنيـل. الـوادي عـلى السـاحل الشـمالي لإفريقيـا (مـصر حاليًـا). يُنظـر إلى الهـلال الخصيـب عـلى أنـه مهـد الحضـارة لأسـباب مختلفـة. كانـت الأغنـام هـي الحيوانـات الأولى التـي دُجِّنَـت كمصـدر للغـذاء حـوالي 9,000 قبـل الميـلاد، ثـم جـاءت الماعـز بعدهـا، وأصبـح هـذان النوعـان هـما الحيوانـات المعتـادة لقطعـان الرعـاة مـن البـدو الرُّحَّـل. بعـد فـترة وجيـزة كانـت الأبقـار والخنازيـر، ثـم دُجِّنَـت حيوانـات الجَـرِّ مثـل الثـيران حـوالي 4,000 قبـل الميـلاد لحـرث الحقـول والحفـر وأنظمـة الـري. وكـما سـبق الوصـف، كانـت هـذه الحيوانـات قابِلـةً للتَّدجـين بسـبب سـلوكيات الرعـي لديهـا وغريـزة اتِّبـاع القائـد أو البصمـة. أصبحـت الخيـول، عـلى سـبيل المثـال، مـن أهـم نجاحـات التدجـين في تاريـخ البشريـة، وبينـما يمكـن تدريـب الحُمُـر الوحشـية، وهـي أكـثر شراسـة بسـبب اختلافاتهـا في السـلوك الاجتماعـي، بطُـرُقٍ بسـيطة، لكـن لا يمكـن تدجينهـا كنـوعٍ. فالتدجـين، عـلى أيـة حـال، يعنـي ضمنيًـا السـيطرة الكاملـة عـلى دورة حيـاة الحيـوان(67).

وبالمثـل، مـلأ تدجـين النبـات الكوكـبَ بنفـس المجموعـة المحـدودة مـن الأنـواع المُستَأنَسَـة منـذ عـشرة آلاف عـام. في ذلـك الوقـت، تـمَّ تدجين الشَّـعير والقمـح والعدس والبـازِلَّاء والكِتَّـان والتـين ونبـات البيقيـة أو العَلَـف في الهـلال الخصيـب- باتِّبـاع سـيناريوهات التدجـين السِّـلمي والنَّشِـط المعتـادة، واليـوم تُعـدُّ هـذه النباتـات مـن أكـثر النباتـات وفـرةً -والأكـثر أهمِّيَّـةً- في العـالم. عـلى سـبيل المثـال، كان القمـح مُجـرَّدَ عُشـبٍ عُشـبيٍّ آخـر في سـفوح جبـال كاراجـا داغ بسـوريا قبـل أن ينتـشر إلى درجـة أن يجـادل البعـض بـأن القمـح في الواقـع هـو الـذي قـام بتدجـين البـشر (شـكل 1-3). وبقـدر مـا ينطـوي عليـه هـذا المنظـور "المتمحـور حـول النبـات" مـن إثـارة للاهتـمام، إلا أنـه يُربِـك السـبب والنتيجـة: تمثَّلَـت تفضيـلات الانتخـاب في الثقافـة الزراعيـة لـدى البـشر في اختيـارات متعمَّـدة وتمييزيـة. عـلى سـبيل المثـال، الملفـوف البري، وهـو نـوع مـن الخـردل العشـبي موطنـه الأصـلي منحـدرات الحجـر الجـيري التـي تعـاني مـن نقـص المغذِّيـات في القنـاة الإنجليزيـة، قـام البسـتانيون الأذكيـاء بتربيتـه بشـكل انتقـائي ضمـن مجموعـة متنوِّعـة مـن الخـضروات الشـائعة. سـوف يُفاجَـأ معظـم الذَّوَّاقـة بشـكل عـام عندمـا يعلمـون أن جميـع أصنـاف الملفـوف، والعديـد مـن الخـضروات

الشائعة، بما في ذلك البروكلي والقرنبيط، والكرنب بأنواعه، كلها مُنوَّعات مُدجَّنة ومُتلاعَبٌ بها من نوع الخردل المنفرد براسيكا أولراسيا Brassica oleracea، وموطنه الأصلي سواحل أوروبا. كان الاختيار التفاضُلي لحجم الأوراق، وحجم البراعم، وكثافة البراعم، وخصائص الزهرة والساق، استطاع خبراء البستنة السيطرة والتلاعب بهذا النبات لينتج مثل هذه المجموعة المتنوِّعة من الخضروات الشائعة التي لم تَعُد مرتبطةً بها. وضمن هذه العملية، أصبح هذا النبات غير الواضح، والتابع تنافسيًا، والذي تمَّ ترحيله للعيش في موطن هامشي عضويًا، أحد أكثر النباتات نجاحًا على وجه الأرض(68).



شكل 3-1: تدجين الأعشاب. قمح أسلاف وقمح مدجَّن من الهلال الخصيب (يسار)، وذرة أسلاف ومدجَّنة من أمريكا الوسطى (يمين). الرسم الأصلي على أساس مصادر المجال العام.

وقعت أحداث تدجين مماثِلَة ومتزامنة تقريبًا في حوالي سِتّ مناطق بجميع أنحاء العالم، مثل على طول نهر السِّند في باكستان، وعلى طول النهر الأصفر ونهر اليانجتسي في الصين. انتشر تدجين النباتات والحيوانات بسرعة في جميع أنحاء العالم انطلاقًا من هذه المحاور، وحدث ذلك مع تصدير البذور والحيوانات وتقنيات التدجين(69).

الخُبزُ والبيرة والزَّيتون

تُظهِـر الأعشـاب الغنيـة بالكربوهيـدرات وثمـار الأشـجار مثـل الزيتـون براعـة البشر الأوائـل وهـي دراسـات حالـة رائعـة لتوضيـح أسـباب وعمليـات التدجـين الأولى. أثبتـت بـذور الحشـائش، عـلى سـبيل المثـال، أنهـا نبـات مـرن لم يوجـه البـشر فقـط إلى التقنيـات الأساسـية المبكـرة - أي صنـع الخبـز والتخمـير - ولكـن أيضًـا جعلنـا في علاقـة مـرة أخـرى بالعـالم الميكـروبي. وتمثـل أشـجار الزيتـون بشـكل مناسـب الزراعـة مـن أسـلاف بريـة غـير صالحـة لـلأكل، لثمـرة صالحـة لـلأكل أصبحـت ذات قيمـة عاليـة ويتـم تداولهـا لمـا لهـا مـن اسـتخدامات متعـددة.

بقـدر أهميـة ومركزيـة بـذور الحشـائش والحبـوب في تاريـخ البشريـة، يـرى العلـماء أن تحفيـز الاسـتخدام الانتقـائي الأولى لهـذه الأعشـاب الغنيـة بالكربوهيـدرات جـاء عـن طريـق التخمـير وإنتـاج الكحـول. هـذا جـزء مـن النقـاش حـول "البـيرة أم الخبـز"، الـذي لا يـزال مسـتمرًا حتـى اليـوم. نحـن نعلـم الآن أن أسـلافنا من الرئيسـيات طـوروا القـدرة عـلى التمثيـل الغـذائي للكحـول، وربمـا أكلـوا أيضًـا الفاكهـة المخمـرة. اقـترح عـالم الأحيـاء روبـرت دادلي Robert Dudley مـن جامعـة كاليفورنيـا، بـيركلي، أن الفاكهـة الناضجـة كانـت غـذاءً مرتفـع القيمـة لهـؤلاء الأسـلاف لدرجـة أنهـم قـد يأكلـون حتـمًا فاكهـة مفرطـة النضـج في بعـض الأحيـان، والتـي ربمـا تعرضـت للإصابـة بالميكروبـات التـي تخمرهـا لتكويـن الكحـول. لم يكـن هـذا مـن شـأنه فقـط تعريـض أسـلافنا للكحـول، بـل ربمـا عرضهـم أيضًـا لقيمـة الكحـول كعامـل مطهـر أو مضـاد للبكتيريـا ومخـدر يؤثـر عـلى العقـل(70).

لا يتفـق ريتشـارد رانجهـام، الـذي قدمتـه في وقـت سـابق، مـع هـذه الفكـرة، حيـث يدعـي أنـه في دراسـته التـي اسـتمرت أربعـة عقـود عـلى الرئيسـيات، لم يـر سـوى أن الرئيسـيات تتجنـب الفاكهـة مفرطـة النضـج. بغـض النظـر، كانـت المشروبـات الكحوليـة طويـلا جـزءًا مـن الأنظمـة الغذائيـة الأوروبيـة، وربمـا كانـت جـزءًا مـن تراثنا الغـذائي البعيـد. ربمـا وجـد النـاس في العـصر الحجـري القديـم أن شرب المشروبـات المخمـرة يحـد مـن المـرض، الأمـر الـذي سيجعل للكحـول مكانـة كوسـيلة وقائيـة. نظـرًا للتلـوث المتكـرر لإمـدادات الميـاه المبكـرة مـن المـزارع والـصرف الصحـي، كانـت هـذه المشروبـات غالبًـا أكثر أمانًـا مـن مصـادر الميـاه المحليـة. خـلال العصـور الوسـطى، كان

يُنظر إلى الكحول باعتباره مطهرًا، يُشار إليه باسم أكوا فيتاي (Aqua vitae)، أو "ماء الحياة"، وكان يستخدم لمواجهة العديد من الأمراض مثل الكوليرا والدوسنتاريا التي كانت مرتبطة بنقص أنظمة الصرف الصحي في المدن التي تزداد توسعًا. ولا يزال استخدام الكحول للأغراض الصحية يلقى ترويجًا على نطاق واسع في الثقافات الأصلية لإفريقيا وإندونيسيا، حتى لو كانت الثقافات الغربية تعتبره في كثير من الأحيان مشروبًا روحيًا وترفيهيًا(71).

سواء كان الهدف هو الخبز أو الكحول (أو كلاهما)، فإن بدو العصر الحجري المتأخر في غرب آسيا أو بلاد الشام أشاروا بشكل جماعي إليه، وإلى أن الثقافة النطوفية طورت تقنيات معالجة بذور الحبوب قبل خمسة عشر ألف سنة على الأقل من قيام القناصين-جامعي الثمار بتدجين الأعشاب، وهذا مثال آخر على التاريخ العميق لتوجيه الإنسان للانتقاء الطبيعي. تم العثور على أدلة تشير إلى احتمال أن يكون تاريخ أحجار الطحن والهاون والمدقات يعود إلى 30,000 سنة قبل الميلاد. تشير معالجة بذور الحبوب قبل الزراعة إلى أن النطوفيين أدركوا القيمة الغذائية للحبوب قبل آلاف السنين من تدجين الحبوب، وعند هذه النقطة أصبحت الحبوب، نظرًا لقيمتها الغذائية وإمكانية تخزينها، أحد المحركات الرئيسية لعملية الحضارة. يشير التحليل الكيميائي لأدوات الطهي الأثرية من هذه الفترة أيضًا إلى أن بذور الحبوب السليمة أو المطحونة كانت تُنقع في الماء لعمل عصيدة كانت غذاءً نطوفيًا أساسيًا، ومن المحتمل أن تكون أساس الوصفات الأصلية التي استخدمها طهاة الموقد في العصر الحجري. ومثل جميع المركبات العضوية، تعرضت العصيدة لهجوم الميكروبات الموجودة في الغلاف الجوي، بما في ذلك فطريات الخميرة أحادية الخلية، والتي من شأنها أن تنتج ثريدًا عجينيًا يحتوي على قدر أكبر بكثير من التغذية والطاقة من الحبوب نفسها، تقريبًا بنفس قيمة الطاقة من اللحوم.

التخمر هو تحويل الكربوهيدرات والسكريات إلى ثاني أكسيد الكربون والكحول، وهي تقنية اكتشفها البشر الأوائل واستخدموها بشكل إبداعي لصنع خميرة الخبز والبيرة والنبيذ - وهي المواد الغذائية الأساسية التي نجدها في مطابخ اليوم بعد آلاف السنين. من خلال كيمياء التخمير وموقد التجربة والخطأ، تعلم البشر الأوائل المكونات الإضافية ودرجات الحرارة اللازمة لجعل منتج

العصيـدة مـن ثـاني أكسـيد الكربـون يرفـع عجينـة الخبـز إلى خبـز مخمـر ويحـول مـا فيـه مـن كحـول إلى البـيرة والنبيـذ. هـذا يضـع العصيـدة بقـوة في قاعـدة شـجرة الطهـي البـشري(72).

وقـد ظهـر نفـس هـذا التحـول مـن التطـور المشـترك السـلمي إلى التدجـين المعـرفي الواعـي في تحـول أشـجار الزيتـون في البحـر المتوسـط إلى واحـدة مـن أهـم سـلع الزراعة القديمـة في البحـر المتوسـط والـشرق الأدنى. الزيتـون الـبري غـير صالـح تقريبًـا أن يأكلـه البـشر بسـبب قوتـه ومـرارة طعمـه - عـلى الرغـم مـن أن الحيوانـات البرية والمستأنسـة مثـل الماشـية والماعـز سـتأكله بسـهولة. ومـع ذلـك، كانـت أشـجار الزيتـون هـي أولى أشـجار الفاكهـة التـي تـم تدجينهـا، حـوالي 6,000 قبـل الميـلاد، في وقـت قريـب مـن ظهـور المـدن الأولى في بـلاد مـا بـين النهريـن. في البدايـة، اسـتُخدمت أشـجار الزيتـون كوقـود للنـار، ومصـدر للفحـم، وكـمادة للبنـاء: كان مـن السـهل تدجينهـا لأن أشـجار الزيتـون يمكـن تكاثرهـا لاجنسـيًا، بـدون بـذور، عـن طريـق تقطيـع وتجذيـر الأغصـان في خدعـة بديعـة مـن العـصر الحجـري الحديـث. تـم العثـور عـلى حفـر الزيتـون والأخشـاب في بعـض أقـدم مواقـع مـا قبـل الزراعـة عـلى طـول البحـر المتوسـط، مثـل موقـع أوهالـو Ohalo الـذي يبلـغ عمـره 20,000 عـام عـلى بحـيرة طبريـا. وترجـع الأدلـة عـلى إنتـاج زيـت الزيتـون إلى 6,000 قبـل الميـلاد في كفـر سـمير، جنـوب مدينـة حيفـا، مـما يدعـم فكـرة اسـتخدام الزيتـون كطعـام بـري أو كوقـود للمصابيـح قبـل تدجينـه(73).



شكل 3-2: معالجة زيتون البحر المتوسط في العصور الوسطى.

© INTERFOTO/Alamy Stock Photo

من خلال محاولة طويلة من التجربة والخطأ لجعل الزيتون مستساغًا وزيادة قيمة هذه الأشجار، اكتشفت المجتمعات القديمة كيفية معالجة الزيتون وتحويله إلى زيتون مملح وزيت زيتون. كان الزيتون يُجمع عن طريق وضع الحصير تحت الأشجار بحيث يمكن جمع الثمار الناضجة بسهولة، ثم يتم سحقها لتحويلها إلى عجينة تُعصر ويُصفى الزيت (استخدم لأول مرة كوقود للمصباح أو زيت للطهي)، أو يُنقع في محلول ملحي أو غسول الرماد مع البهارات المختلفة مما يزيل الطعم المر ويضيف نكهة مميزة. لا تزال هذه الأساليب مستخدمة حتى اليوم، ولا يزال مشهد أقمشة جمع الزيتون تحت الأشجار علامة على الخريف في كل مكان من بلدان البحر المتوسط. بحلول الوقت الذي كان فيه الفينيقيون رواد طرق التجارة حول البحر، كان زيت الزيتون من أهم السلع التجارية في العالم القديم. وبحلول العصر اليوناني والروماني، سيكون أول نوع من النفط يقود التجارة العالمية (شكل 3-2).

وأصبح الإنسان زراعيًا

ما أن تطوَّرَت الزراعة حتى انتشرت إلى البشر في جميع أنحاء العالم. ساعَدَت طرق التجارة في الانتشار المبكِّر لتكنولوچيا الزراعة، على سبيل المثال على طول نهر النيل في مصر ونهر السِّند في باكستان. كان الانتشار إلى أوروبا أبطأ بكثير بسبب القيود المناخية وظروف النبات والتربة- كان على البشر أيضًا أن يجدوا طرقًا آمِنَةً من خلال غابة أوروبا الغربية البدائية الكثيفة، والتي تطوَّرَت منذ تراجع الصفائح الجليدية قبل عشرة آلاف سنة. كانت هذه الغابة التي بدا اختراقها شبه مستحيل، هي السبب في انتشار الزراعة أولًا على طول السواحل ومجاري الأنهار.

كذلك، انتشرت تكنولوچيا الزراعة أفقيًا في جميع أنحاء العالم بسهولة أكثر من انتشارها طوليًا، كما يجادل چاريد دايموند Jared Diamond في كتابه Guns, Germs, and Steel (أسلحة وجراثيم وفولاذ). يرى دايموند أن النباتات والحيوانات المستأنسة، مع شركائها من الميكروبات، تكيَّفَت مع ظروفها المناخية؛ ممَّا يعني أن الثقافة البشرية كان يمكن أن تنتشر بسرعة عبر القارات، ولكن ليس بنفس السهولة من خطوط العرض العالية إلى الموائل الاستوائية المنخفضة، حتى بعد أن أصبح السفر لمسافات طويلة والاستعمار خطوات عملية في عصر الاستكشاف. درجات الحرارة العالية والمناخ الثابت نسبيًّا دون تغيُّرات موسمية قوية أو ظروف شتوية قاسية فشلت في السيطرة على عوامل جذب الحشرات وناقلات الأمراض. وهكذا، في حين أن السكان الأصليين عند خطوط العرض المدارية اكتسبوا مناعةً ضدَّ أمراض مثل الملاريا، فإن السكان من البشر في المناخات الموسمية الباردة والمعتدلة كانوا عُرضَةً لها. (لم يكن العكس مشكلة؛ لأن درجات الحرارة الباردة والموسمية في خطوط العرض المعتدلة لم تكن تساعد على التطور بكفاءة للميكروبات شديدة العدوى). لكن، رغم هذه المناعة المكتسبة، لا تزال الثقافات الاستوائية تعاني من الأمراض والأعباء الميكروبية المسبِّبة للأمراض؛ ممَّا حَدَّ من تطوير التقنيات التي كان يمكن أن تتيح إمكانية الاستكشاف العالمي والنفاذ إلى الزراعة من الأراضي الأخرى.

مـع انتشـار الثـورات الزراعيـة التكافليـة في جميـع أنحـاء العـالم، فقـد تغـيَّرت البنـى الاجتماعيـة البشريـة. أصبحـت الثقافـة بمثابـة ضغـط انتقـائي عـلى فسـيولوجيا الإنسـان وعـلى مـا يمكننـا ومـا لا نسـتطيع أن نأكلـه؛ مـمَّا أدَّى بـدوره إلى التفاعـلات بـين الثقافـة وعلـم الوراثـة(74). وكـما سـوف نـرى، كانـت -وتسـتمر دائمًـا- الصفـات الوراثيـة للبشريـة تتشـكَّل بفعـل الثقافـات سريعـة التغيُّر، حيـث تتعايـش الچينـات والحضـارة لتحديـد العـادات الغذائيـة وتغييرهـا. ورغـم ذلـك، مـا زلنـا نحمـل معنـا أحـمالًا وراثيـة ثقيلـة مـن تراثنـا الطويـل في مرحلـة القنـص والجمـع.

والحـق أن إحـدى التحـوُّلات الغذائيـة الچينيـة الأكـثر وضوحًـا والأكـثر إثـارة للاهتـمام التـي يقودهـا التغيـير الثقـافي البـشري هـي اكتسـاب تحمُّـل اللاكتـوز لـدى البالغـين، والـذي نشـأ مـع فجـر الزراعـة منـذ مـا يقـرب مـن عـشرة آلاف عـام. يُعتَبَر تحمُّـل اللاكتـوز لـدى البالغـين أمـرًا شـائعًا بشـكل خـاص في البيئـات المعتدلـة البـاردة حيـث تسـود مـزارع منتجـات الألبـان، ولكنـه موجـود أيضًـا بـين المزارعـين الرُّعـاة في مناطـق خطـوط العـرض المنخفضـة. يوجـد اللاكتـوز الكربوهيـدراتي حصريًـا في حليـب الثدييـات التـي يسـتطيع أطفالهـا هضمهـا، عـلى الأقـل قبـل فقـدان القـدرة بعـد الفطـام. إذن، لا يحتفـظ البالغـون بالقـدرة عـلى إنتـاج إنزيمـات اللاكتـاز اللازمـة للتمثيـل الغـذائي لِلَّاكتـوز. في وقـت مبكِّـر مـن الثـورة الزراعيـة، أثنـاء تطويـر زراعـة الألبـان، كان هـذا يعنـي أن عـلى البـشر أن يتركـوا اللـبن يـروب لتشـكيل الزبـادي والجـبن، وهـي منتجـات قابلـة للهضـم بسـبب قيـام الميكروبـات بتكسـير اللاكتـوز. في هـذه الحالـة، بـدلًا مـن قيـام الانتقـاء الطبيعـي بتغيـير الأنزيمـات البشريـة ليتيـح لنـا هضـم الحليـب واسـتخدامه كمصـدر للطاقـة، اخـترع البـشرُ الجُـبنَ والزبـادي (تمامًـا كـما عالجنـا الزيتـون حتـى يصبـح مستسـاغًا). في نفـس الوقـت، في الثقافـات التـي تطـوَّرَت فيهـا مـزارع الألبـان، تطـور البالغـون ليواصلـوا إنتـاج اللاكتـاز؛ وبالتـالي القـدرة عـلى التمثيـل الغـذائي للحليـب. مثـل فقـدان معاطـف الفـرو التـي كانـت لـدى أسـلافنا مـن القِـرَدة العليـا، وحصولنـا عـلى الأدمغـة الكبـيرة، تطـوَّرَت القـدرة عـلى هضـم اللاكتـوز بتطـوُّر البالغـين للاحتفـاظ بصفـات الرُّضَّـع عنـد البالغـين- في مثـال آخـر عـلى اسـتدامة المرحلـة اليرقيـة. وبمـا يعكـس الجغرافيـا الحيويـة لزراعـة الألبـان، نجـد أن إنزيـم اللاكتـاز عنـد البالغـين مُرتَفِـع لـدى أبنـاء شـمال أوروبـا (أكـثر مـن 90 بالمائـة مـن الإسـكندنافيين يتحمَّلـون اللاكتـوز)، وهـو منخفـض نسـبيًّا في أنحـاء جنـوب أوروبـا

والشرق الأوسط (50 بالمائة من الشعوب الإسبانية والفرنسية والعربية يتحمَّلون اللاكتوز)، وشديد الانخفاض في آسيا وإفريقيا (1 بالمائة فقط من الصينيين، و5 إلى 20 بالمائة من أبناء غرب إفريقيا، يتحمَّلون اللاكتوز). الاستثناء الذي يثبت القاعدة هو أن تحمُّل اللاكتوز عند البالغين أمرٌ شائع (90 بالمائة) في مزارع الألبان في ثقافة التوتسي بإفريقيا(75).

تصبح هذه القصة أكثرَ إثارةً للاهتمام عند النظر في التوزيع العالمي لتحمُّل اللاكتوز وعدم تَحمُّله. يرتبط عدم تحمُّل اللاكتوز بالتوزيع التاريخي لأمراض الماشية مثل الجمرة الخبيثة؛ ممَّا يعني أن إنتاج الألبان وعواقبها الثقافية لم تحدث عندما كان خطر الإصابة بأمراض الماشية مرتفعًا. يشير هذا إلى أن بيئة المرض قد أثَّرَت على فرص تبنِّي تربية الماشية وإنتاج الألبان في منطقة مُعيَّنة، والتي ولَّدَت بدورها قوَّةً انتقائية لأنزيم الجهاز الهضمي. وهذا يُظهر أيضًا كيف أملت الثورات الزراعية التفاعُلاتِ بين التقاليد الثقافية والجينات والبيئة، وصياغة أنماط عالمية في التمثيل الغذائي للهضم البشري والنظام الغذائي للإنسان. على سبيل المثال، يمكننا أن نفهم الآن لماذا تقوم بعض الشعوب بتربية الماعز والأبقار ويأكلون الزبادي ومنتجات الألبان، ولكنهم يتجنَّبون الحليب، ولماذا تستخدم الصلصات الإيطالية الجنوبية قاعدة من زيت الزيتون بدلًا من الكريمة. حتى الأنماط الإقليمية والثقافية والبيوجغرافية في التمثيل الغذائي للكوليسترول وأمراض القلب واضطرابات الجهاز الهضمي مثل مرض السيلياك (مرض حساسية القمح)، واضطرابات الجهاز العصبي مثل مرض باركنسون ومرض ألزهايمر قد تنبع من هذا التفاعل بين التأثيرات الجينية والثقافية. إن السبب النهائي للعديد من الأمراض المعاصرة المزمنة والقاتلة في كثير من الأحيان يُشار بشكل مقنع أنه متجذِّر في النظم الغذائية الحديثة التي لم يكن لدى أجهزتنا الهضمية الموروثة من زمن القنص والجمع الوقت الكافي للتطوُّر للتعامل معها. وهكذا، في الأيام الأولى للزراعة، كان أسلافنا يعتمدون كُلِّيًّا، ولكن عن غير قصد، على الميكروبات. لم يعرفوا مدى اعتمادهم، أو لماذا فساد الحليب يجعله أكثر قابليَّةً للهضم وصنع الزبادي والجبن التي نقدِّرها اليوم. لم يكونوا يعرفون أن مرق العصيدة الخاصة بهم قد فتح الكربوهيدرات والسكريات في حبوبهم لتحوُّلٍ من شأنه أن يخلق الخبز والبيرة التي نخزِّنها في خزاناتنا؛ لم يكونوا على دراية بتاريخها العميق

كأغذيـة أساسـية حاسـمة لبقـاء جنسـنا. وبالمثـل، غالبًـا مـا نظـل غـير مدركـين لمـدى ضبـط أجهزتنـا الهضميـة للأطعمـة التـي طوَّرناهـا لتناوُلِهـا، وكيـف يمكـن أن تتناسـب النُّظُـم الغذائيـة المعـاصرة مـع هـذا التطـور(76).

أخـذت الزراعـة، والتغـيُّرات البطيئـة في الأنظمـة الغذائيـة والهضـم لـدى البـشر، تنتـشر ببـطء شرقًـا مـن الهـلال الخصيـب إلى الهنـد، حيـث واجهـت ثـورةً زراعيـة مختلفـة قامـت عـلى تدجـين الأرز والتوابـل. وفي أقـصى الـشرق، شـهدت الصـين ثورتـين زراعيتـين: واحـدة في الشـمال، والأخـرى في الجنـوب. حدَثَـت هـذه الثـورات في نفـس الوقـت تقريبًـا مثـل تلـك التـي حدثـت في الهـلال الخصيـب، أو قبـل ذلـك، لكـن تواريـخ التدجـين الصينـي لم يتمَّ تحديدهـا جيـدًا بسـبب سـوء الحفـظ وقلـة الجهـود البحثيـة. غالبًـا مـا يُطلـق عـلى وادي النهـر الأصفـر، حيـث تـم تدجـين الدُّخـن، "مهـد الحضـارة الصينيـة"، وقـد دُجِّـنَ عـدد مـن سـلالات الأرز في تلـك الوديـان. مـن هـذه المناطـق، انتـشر تدجـين الخنازيـر والدجـاج والماشـية والكمـثرى والليمـون والبرتقـال في جميـع أنحـاء آسـيا. وحـدث أول تدجـين معـروف للطيـور في شـمال الصـين حـوالي 8,000 قبـل الميـلاد، وهـو مـا نعرفـه مـن الدراسـات الأثريـة لعظـام الدجـاج(77).

بمـرور الزمـن، تحـوَّل الاتصـال بـين المراكـز الكـبرى للثـورة الزراعيـة -منطقـة شرق البحـر المتوسـط وشـمال إفريقيـا وغـرب الصـين- إلى طريـق الحريـر. كانـت القبائـل الرعويـة البدويـة التـي سيطرَت عـلى السـهوب والصحـاري والسلاسـل الجبليـة الواقعـة بـين البحـر المتوسـط والمحيـط الهـادئ مسـؤولةً عـن الطـرق والشـبكات التجاريـة في هـذه المناطـق، والتـي قامـوا بإنشـائها بـدلًا مـن بنـاء المـدن الكبـيرة. هـذه القبائـل لم تَبنِ ثقافتهـا عـلى الحيـاة الزراعيـة، ولكـن بالأحـرى حـول تدجـين الخيـول، وفي النهايـة أصبحـت قبائـل المغـول المحاربـة والمثـيرة للرهبـة(78).

حدثـت ثـورات زراعيـة لاحقـة في أماكـن كان الاسـتعمار البـشري فيهـا أكـثرَ حداثةً، كـما هـو الحـال في بابـوا، غينيـا الجديـدة، حيـث تـمَّ تدجـين المـوز، وفاكهـة الخبـز، والبطاطـا الحلـوة في وقـت مبكِّـر يرجـع إلى 7,000 ق.م. وجـاء اسـتعمار بولينيزيـا فيـما بعـد، حـوالي 1,200م، بعـد تطويـر السـفن البحريـة التـي تعمـل بالريـاح والمجاديـف، وأدى هـذا إلى تدجـين العديـد مـن أنـواع البطاطـا. حدثـت ثـورات مسـتقلة أيضًـا في الأمريكتـين: قـام الأسـلاف القدامـى لشـعوب الأزتيـك والمايـا، بتدجـين الـذرة والفلفـل

الحار والبابايا، بينما قام أسلاف الإنكا بتدجين البطاطس وحيوان اللاما في ما يعرف الآن ببيرو. ودجَّن قدامى سكان أمريكا الشمالية أصنافًا متنوِّعة من القرع والفاصوليا والقرع العسلي(79).

لم يكن التدجين والثورات الزراعية أحداثًا أُحاديَّةً على الإطلاق. بل نتجت بالأحرى عن أفعال إبداعية بشرية ظهرت ضمن تواريخ التطور المشترك عبر العالم في أوقات مختلفة، وبطرق مختلفة، وارتبطت بنباتات وحيوانات مختلفة. في كل حالة، كان البشر الأوائل الذين أدركوا أنهم قادرون على التحكم في دورات الحياة والتكاثر لنبات أو حيوان معيَّن قد تجهَّزوا لآلاف السنين من العلاقات المتبادَلَة لمعرفة فوائد التحكُّم في الأنواع الأخرى. أدَّى تاريخ التعاون، مع الإبداع العقلي الكبير للإنسان، إلى هذه الظاهرة الجديدة -الزراعة- على هذا الكوكب. ولكن هل أدَّى التدجين إلى توفير الطاقة والوقت كما نفترض بالفعل؟ ما هي فوائد أسلوب الحياة الزراعي والرعوي الذي يتزايد استقرارًا وتوطُّنًا مقابل ماضينا في القنص والجمع؟

لماذا الثورة على أي حال؟

وفقًا للعلماء في أوائل القرن التاسع عشر، كان السبب في التحوُّل من نمط الحياة الذي يعتمد على القنص والجمع الذي عاشه البشر لمدة 150 ألف عام إلى نمط حياة مستقرَّة يعتمد على النباتات والحيوانات المدجَّنة هو أن البقاء في المكان يوفِّر إمدادات غذائية أكثر استقرارًا مع مجاعة أقل ومزيدًا من وقت الفراغ. عندما يستقر البشر، ستتوفَّر لهم الحرية لتطوير الفن والكتابة وروحانية أعمق وحياة ثقافية أكثر ثراءً. ومع ذلك، فقد أظهرت دراسات تجريبية حديثة العكس تمامًا: نمط الحياة الزراعية، الذي يتطلب الاهتمام المستمر بالنباتات والحيوانات المستأنسة، يتطلب ضعف الوقت والجهد الذي يتطلبه الصيد والجمع المتنقل. بينما كان بإمكان المزارعين الأوائل البقاء في مستوطنات دائمة وبالتالي تجميع قطع الثقافة المادية، كانت المهام المطلوبة من المزارعين والرعاة صعبة للغاية- لدرجة أن دياموند وصف الثورة الزراعية بأنها "كارثة لم نتعافَ منها أبدًا... [كارثة] جلبت التفاوُتات الاجتماعية والجنسية الجسيمة، والمرض، والاستبداد الذي كان

لعنةً علـى وجودنـا"(80). لم تكـن الثـورات الزراعيـة ابتـكاراتٍ بشريّـةً؛ بـل كانـت عواقـب تطوريـة تكافليـة.

بالطبـع، لم يكـن الانتقـال مـن أسـلوب حيـاة القنـص والجمـع سريعًـا، وقـد اسـتمرَّ الصيـادون الجامعـون حتـى في القرنـين: التاسـع عـشر والعشريـن في بيئـات قاسـية للغايـة حيـث تسـتحيل الزراعـة، مثـل الصحـاري الشاسـعة في وسـط أسـتراليا وإفريقيـا والموائـل شـبه القطبيـة الأمريكيـة. لكـن، في نهايـة المطـاف، فـإن العلاقـات ذات الدوافـع المسـالمة بـين البـشر والحيوانـات والنباتـات في معظـم النظـم البيئيـة ربمـا جعلـت الزراعـة نتيجـة ثانويـة حتميـة لتزايـد العلاقـات التبادليـة الجاريـة. وهـذا يعنـي أن الزراعـة كانـت نتيجـةً تطوُريّـةً، وليسـت اختيـارًا أو تقدُّمًـا طبيعيًّـا ؛ كانـت مدعومـة بالتحـوُّلات التـي حدثـت بشـكل مسـتقل بـين المجموعـات المتنوعـة في العـالم مـن الصياديـن وجامعـي الثـمار، مـن الهـلال الخصيـب حيـث تلتقـي إفريقيـا وأوروبـا وآسـيا، إلى الصـين، إلى الأمريكتـين. أشـار ديامونـد إلى انتشـار الزراعـة في جميـع أنحـاء العـالم باعتبـاره "تحفيـزًا ذاتيًـا"، مدفوعًـا بـآلاف السـنين مـن ردود الفعـل الإيجابيـة المتعلّقـة بترويـض الطبيعـة (81).

وبالتـالي، فـإن سـيطرة الإنسـان عـلى الحيوانـات والنباتـات، وهـذا التدجـين الـذي اعتُـبر إنجـازًا رائـدًا، هـو امتـداد طبيعـي للتطـوُّر المشـترك- حَـدَثٌ مُحـدَّدٌ وغير عشـوائي فـرَضَ حلقـات ردود الفعـل الخاصـة بـه. اعتمـدت الزراعـة عـلى التعـاون وكانـت كثيفـة العمالـة، لكنهـا أنتجـت مـوارد غذائيـة أكـبر تُرجِمَـت إلى نمـوٍّ سُـكَّاني أعـلى، الأمـر الـذي تطلَّـب بـدوره مزيـدًا مـن الغـذاء والعمالـة. في الواقـع، ربمـا تكـون إحـدى الطـرق لتفسـير الانتقـال مـن الصيـد والجمـع إلى الزراعـة هـي ببسـاطة أن البـشر مـن العـصر الحجـري القديـم لم يعرفـوا التكاليـف والعواقـب طويلـة المـدى للاقتصـاد الزراعـي، أو مـا الـذي يعنيـه الإفـلات مـن السلسـلة الغذائيـة والسـيطرة عـلى الطبيعـة في النهايـة. بـدلًا مـن الثـورة، كانـت الزراعـة نوعًـا مـن الفـخ التطـوري، واستسـلامًا لتطـور الاعتـماد والتكافـل المتبادلـين بـين البـشر والنباتـات والحيوانـات.

مـن المسـتحيل بالطبـع العـودة بالتقويـم إلى أيـام القنـص والجمـع، ووصـف النوعيـة المحـددة لأسـلوب حياتنـا المسـتقرة المتوطنـة ليـس دعـوة إلى "العـودة إلى الطبيعـة". نحـن ببسـاطة لا نسـتطيع العـودة إلى الـوراء: الثـورات الزراعيـة التـي

حدثت في سِتٍّ مناطق من العالم كانت منحدرات تطوُّريَّة زَلِقَة انتهت بأوضاع لا يمكن التعافي منها. لقد كانت ثقوبًا دودية للمستقبل تتطلَّب المزيد والمزيد من التكيُّف، وليس الثورة المضادة. ولكن الآن بعد أن أصبحنا خارج السلسلة الغذائية الطبيعية، هل أفلتنا من قوى التطور أم أن التطور يحاصرنا بدرجة تجعلنا غير قادرين على إدراكها؟ هل يمكننا تغيير المسارات التي صمَّمها الانتقاء الطبيعي والتنظيم الذاتي لنا لاتِّباعها؟ بصفتنا أقوى قوة تطورية على وجه الأرض، هل يمكننا التحكم في مصيرنا؟

القسم الثاني

الحضارة: أين نحن؟

الحضارة هي مضاعَفَةٌ بلا حدودٍ للضَّرورات غيرِ الضَّروريَّة.

مارك توين

الفصل الرابع

الحضارة: انتصارٌ ولَعنَة

قُدِّر تعداد البشر على الأرض في 10,000 ق.م بأربعة ملايين. وبحلول العام 1000 ق.م، كان التدجين والزراعة قد انتشَرَا، وأصبح نمط الحياة المستقرَّة هو المعتاد، ازداد التعداد السكاني بمقدار قيمتَيْن أُسِّيَّتَيْن، أي مائة ضعف ليصبح 400 مليون. وعلى مدى الآلاف الثلاثة التالية، ازداد السكان بمساعدة الثورات الصناعية إلى 1.6 مليار في 1900، وفي القرن الماضي وحده تضاعف العدد بدرجة هائلة ليصل إلى 7 مليار نسمة على الأرض. النمو السكاني من أهم الهزَّات الارتدادية للحضارة. رغم أن الثورات الزَراعية أدَّت إلى بزوغ الحضارة، فقد فجَّرَت ذات الوقت نموًّا متسارعًا في عدد السكان، والذي تنامى بدوره جنبًا إلى جنب مع القوى الحضارية للتنمية ومتطلَّباتها لأعداد أكبر من السكان، وبعبارة أخرى، أطلقت الثورات الزراعية شرارةً عمليَّةً ذاتيَّةَ المنشأ حيث ترك كل من التطور والنمو السكاني أثره على الآخر من خلال ردود أفعال إيجابية. أصبحت الحضارة قطارًا دائم الانطلاق بسرعة، معتمدًا على القوى التطورية للانتخاب الطبيعي والنجاح في التكاثر (بدلًا

مـن أن يعتمـد عـلى قدراتنـا الإبداعيـة والمعرفيـة الرائعـة) ولا يـزال يعمـل عـلى قمـة العلاقـات التبادليـة والتعاونيـة بـين البـشر والأنـواع الأخـرى عـلى الكوكـب(82).

مـن نـواحٍ كثـيرة، الكيفيـة التـي حـدث بهـا هـذا تماثُـل مـن الناحيـة النظريـة والآليـة التطـوُّر الارتقـائي التكافُـلي للخلايـا حقيقيـات النـوى التـي تحدَّثنـا عنهـا في الفصـل الأول: المشـاركة المتبادَلَـة والتعاونيـة بـين مكوِّنـات الخلايـا الأوليـة بدائيـة النـواة أدَّت في النهايـة إلى الخلايـا حقيقيـة النـواة التـي اسـتطاعت تنظيـم والتحكُّـم فيـما كان أجـزاء منفـردة مُسـتقلَّة. زيـادة في الترتيـب، والكفـاءة، والنجـاح في التكاثـر -زيـادة نتجـت عـن عمليـات تعاونيـة وليـس عمليـات تنافسـية- كانـت تعنـي في ذات الوقـت فقـدان التحكُّـم الفـردي(83). وهنـا جمعـت الخلايـا حقيقيـة النـواة متعاونـة قواهـا مـع الميكروبـات التبادُليَّـة لتشـكيل الكائنـات عديـدة الخلايـا. هـذه الكائنـات عديـدة الخلايـا المتفوقـة والمتعاونـة مـن النبـات والحيـوان كانـت مناسِـبةً بشـكل أفضـل للسـيطرة عـلى منافسـيها وبيئاتهـا مـن الخلايـا النوويـة البسـيطة؛ ومـن ثـم فقـد كانـت بدورهـا الحـل للمشـكلة التـي مثَّلهـا الانتخـاب الطبيعـي أمـام الكائنـات. وهكـذا، أظهـر التاريـخ التطـوري مـرَّةً بعـد أخـرى أن الجماعـات المتعاونـة أقـوى مـن الأفـراد، وأن التعـاون يجعـل الجماعـات أقـوى مـن المنافسـين. وسـواء يحـدث هـذا داخـل النـوع الواحـد أو بـين الأنـواع، فطالمـا كان يزيـد مـن قـدرة الأفـراد عـلى التكاثـر والكفـاءة؛ فسـوف تسـود الجماعـات. يسـتطيع سرب مـن النحـل أن يهـزم حيوانًـا ثدييًّـا كبـيرًا، ويمكـن لقطيـع مـن الأسـماك الصغـيرة مواجهـة منطقـة غـذاء محميَّـة مـن أسـماك الشِّـعاب المرجانيـة، وتسـتطيع جماعـة مـن أسـلافنا مُسـلَّحين بأسـلحة بدائيـة وبعـض الذئـاب المستأنسـة أن تتغلَّـب عـلى حيوانـات مفترسـة شرسـة أو جماعـات أخـرى مـن البـشر. كانـت الخلايـا حقيقيَّـة النـواة نتيجـةَ التعـاون: لعمـل هـذه الخلايـا، كان عـلى الخلايـا بدائيـة النـواة أن تتخـلَّى عـن "اسـتقلالها" والدوافـع الفرديـة للچـين الأنـاني لتصبـح جـزءًا مـن كائنـات معقَّـدة مُنظَّمـة متعاونـة مُرتَّبَـة هَرَميًّـا، وهـي المناسـبة أكـثر للبقـاء والازدهـار في عـالم مـن المنافسـة(84).

نشوء الحضارة

عندما استمرَّت فِرَقُ القنص والجَمْع العائلية قبل الزراعية في إدارة أراضيها وزراعة محاصيلها، واستثمرت الوقت والمجهود من أجل المستقبل؛ أدَّى نجاحها إلى إنشاء مزارع دائمة على مدار العام بدلًا من المخيَّمات الموسمية(85). وبمرور الوقت، اندمجت هذه الجماعات العائلية المرتبطة جينيًّا في قرى أثناء تطوُّرها لتصبح أكثر تخصُّصًا في أعمالها الزراعية: كان المزارعون الأوائل يلتزمون بتلك المستوطنات لري محاصيلهم، ورعي حيواناتهم، وخلق أراضٍ عشبية عن طريق حرق الغابات. وأعقب ذلك بناء المنازل الدائمة ثم البنى التحتية، وخلق فرص جديدة -وتحديات- لهؤلاء الناس حديثي الاستقرار.

ورغم أن الزراعة لكل عائلة على حِدَة كانت تلقى دعمًا من جانب العائلة نفسها، فقد أدَّت الزيادة السكانية نتيجة الزراعة إلى زيادة المنافسة على الموارد، وإلى تسارُع العنف القاتل من أجل الموارد المتنازَع عليها بين الجماعات العائلية. ستيفن بينكر Steven Pinker، في كتابه The Better Angels of Our Nature: Why Violence Has Declined (الجوانب الأفضل من طبيعتنا: لماذا تراجع العنف [2012]) يروي المذابح التي جاء تصويرها بحيوية في مصادر مثل العهد القديم. هذا العنف أبطل المزايا الأوَّليَّة للنمو الكبير في السكان والذي أدى إلى النجاح المبكر للزراعة والحياة الزراعية. عادة نفكر في الماضي كحياة وردية، ونعتقد أننا الآن نعيش في عالم من العنف الفريد المدفوع بالانقسامات والتفاوتات الاقتصادية والثقافية- وهي نظرة عبَّر عنها چاك بارزون Jacques Barzun في كتابه From Dawn to Decadence: 1500 to the Present, 500 Years of Western Cultural Life (من الفجر حتى التدهور: 1500 حتى الحاضر، 500 سنة من الحياة الثقافية الغربية [2001]). جمع بينكر كمِّيَّةً مثيرةً للإعجاب من الأدِلَّة التجريبية والبيانات التي توحي بأن العنف، والحرب، والإبادة العِرقية، والقتل، كلها تراجَعَت بدرجة كبيرة وعلى نحوٍ مستمر بمرور الزمن، وأننا حاليًّا نعيش في عصر أقل عنفًا من تاريخ الإنسان. ويستحق كتاب بينكر جولةً موجزة؛ لأنه ينظر إلى التعاون باعتباره عملية تطورية واجتماعية مرتبطة بالانتخاب القائم على الچين الأناني(86).

يركـز بينكـر عـلى القتـل والعنـف والإبـادة العرقيـة في أقـدم تاريـخ مكتـوب للبـشر: العهـد القديـم، وإليـاذة هومـيروس، وهـو تركيـزٌ مُقنِعٌ للغايـة، خاصَّـة اعتبـارًا لمـا نـراه في عصرنـا مـن تجاهُـل ذِكـر البدايـات العنيفـة لأديـان الغـرب. وقـد وجـد أن المـوت العنيـف الموثَّـق في العهـد القديـم يُقـدَّر، مـع التحفُّـظ، بالملايـين. لقـد أدى تنظيـم القواعـد والحكومـات -أي، بعبـارة أخـرى، بدايـة الحضـارة- إلى خلـق نظـام مـن هـذه الفـوضى، وأدَّى إلى تقييـد تواتُـرِ وقبـول وانتشـار المـوت العنيـف. ويطلـق بينكـر عـلى هـذه الخطـوة الأوليـة نحـو الإنسـانية "عمليـة التهدئـة" pacification process، والتـي أدَّت إلى تراجـع هائـل في معـدَّل الوفيـات بـين البـشر. وفيـما بعـد، في أواخـر العصـور الوسـطى، عـاد العنـف البـشري للتراجُـع مـرة أخـرى، إذ راحـت الـدول المركزيـة، فيـما يسـمِّيه بينكـر "عمليـة التمديـن"، تندمـج وتكتسـب قـوَّةً لنـشر القوانـين والقواعـد عـبر أعـداد أكـبر مـن السـكان، ولحمايـة التجـارة، والممتلـكات الشـخصية، وأهـالي المـدن. كانـت التهدئـة والتمديـن عمليتـين مدفوعَتَيْن بضغـوط الانتخـاب التـي فضَّلَـت نجـاح التكاثُـر الفـردي مـن خـلال التعـاون عـلى العنـف البـشري، والقـرارات مـن الأعـلى التـي تحـدِّد مَـن يعيـش ويزدهـر. ومنـذ بـدأت عمليـة الحضـارة في تقييـد العنـف، اسـتمرَّ العنـف في التراجـع حتـى يومنـا هـذا، مدفوعًـا بالقواعـد الثقافيـة التـي تقلـل مـن العنـف والمخاطـر، بمـا يشـمل التجـارة التـي تتطلَّـب تبـادُلاتٍ حضريـة(87).

توحـي هـذه البيانـات بـأن الكثافـات السـكانية العاليـة التـي كانـت ضروريَّـةً للثـورة الزراعيـة قـادت إلى كثـير مـن العنـف والمـوت والسـلوكيات العنيفـة التـي لجـأ النـاس إليهـا لمواجهـة هـذا العنـف. وبعبـارة أخـرى، توفِّـر بيانـات بينكـر تأييـدًا قويًّـا لفرضيتنـا العامـة: نشـأ التعـاون مـن مـاضٍ تنافـسي عنيـف، وكان تطـور الحضـارة عـبر الزمـن مدفوعًـا بهـذا الضغـط الانتقـائي للعنـف. هـذا مُناظِـرٌ لكيـف قامـت المجتمعات البشريـة، والتبادليـات الميكروبيـة المشـتركة معهـا، بتطويـر مقاوَمـةٍ لعوامـل مـرضٍ قاتِلـة تتسـبَّب في وبـاء؛ الضغـط الانتقـائي لمـرضٍ قاتـلٍ يعنـي أن الناجـين منـه سـتكون لديهـم حصانـة في الغالـب(88).

لقـد خلقـت عمليـة التهدئـة، إذن، فُرصـةً لاتفاقيـات تعاونيـة بـين البـشر الأوائـل زادت مـن فـرص النجـاح الفرديـة. أصبحـت الزراعـة نشـاطًا اجتماعيًّـا ذا فوائـد متبادلة، وأصبـح المزيـد مـن تنظيـم مصـادر الميـاه ضروريًّـا، الأمـر الـذي تطلـب إدارة وتنظيـمًا وتنسـيقًا. ورغـم التربـة الطمييَّـة الغنيـة في بـلاد مـا بـين النهريـن، عـلى سـبيل المثـال،

أدّى الطقس الحار والجاف صيفًا لجعل الري ضروريًا لنمو المحاصيل طوال العام. كان المزارعون في العصر الحجري القديم يُغرِقون حقولهم بمياه النهر، ثم يصرِّفونها لمنع تراكم الأملاح في التربة. كانت التجمُّعات كلها بحاجة لعِمالة لبناء وصيانة قنوات كبيرة للري بحيث تكون كافيةً لخدمة مجموعات كبيرة من المزارع المتجاورة، وليس مزرعة عائلية واحدة فقط. كانت الزراعة على مساحات كبيرة في المدن الأولية أحد الأمثلة المبكرة لكيف تفوَّقَت الفوائد الجماعية للتعاون على الضغوط الفردية.

مثل هذه المشروعات المدنية تطلَّبَت أن يكون العامل مسؤولًا عن التصميم والإدارة والمحاسبة، ودفعت إلى عدد هائل من الإبداعات المادية، مثل الفخَّار (لتخزين الحبوب والغلة والخمائر)، والعَجَلة (التي اختُرِعَت في البداية لعمل الأوعية الفخارية، ثم استُخدِمَت لتحريك العربات)، والمحراث (لحفر الأرض وتمهيدها للبذور). وهكذا، فتحت الحياة المتوطِّنةُ إمكانيَّاتِ الثقافة المادية، حيث أصبح الإنسان قادرًا على الاستثمار في ممتلكات مثل المطاحن، وحاويات التخزين، وأدوات الفِلاحة. ويبيِّن تخزين الغذاء كيف تحوَّل الضغط التنافسي للحصول على الموارد المحدودة من الأفراد إلى جماعات متعاونة، حيث أن الجماعة المتعاونة كانت أقوى وأكثر كفاءة من نفس العدد من الأفراد الذين يعمل كل منهم منفردًا. كذلك أصبحت العائلات الكبيرة مُمكِنَةً، والتي لعبت دورًا في عملية الحفز التلقائي للنمو السكاني. لكن المزارع العائلية المبكِّرة كانت عُرضةً لاعتداءات من الحيوانات البرية، والمنافسين من البشر، ونقص الغذاء في حالات المحاصيل الضعيفة. وأدى هذا إلى قيام العائلات بتجميع مزارعها، ممَّا خلق المدن البدائية التي يسهل الدفاع عنها وإمدادها بالغذاء مع شركائهم من ذئاب الصيد المستأنسة(89).

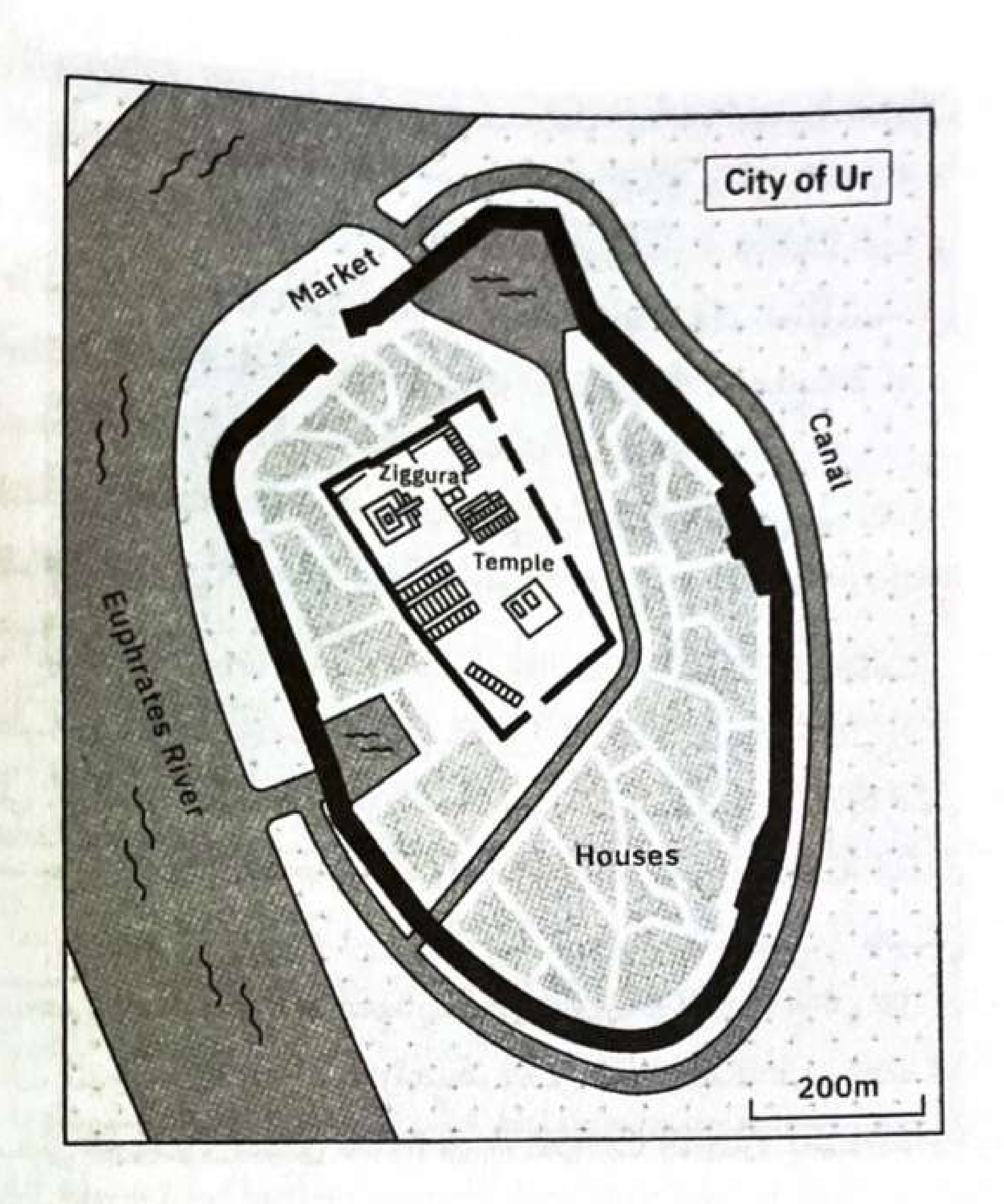
والأهم، هو أن الزراعة والري كانا البداية والسبب الذي أدى إلى التنظيم والإدارة المدنية، بينما أدَّيَا إلى النمو السكاني الذي سوف تحاول هذه الإدارة تنظيمه والتحكُّم فيه. ومن أجل الإدارة، يحتاج الأمر إلى مديرين، ومن أجل التحكُّم، لا بُدَّ من حُكَّام: سرعان ما أصبحت تراتُبيَّة القيادة ضروريَّةً لتوزيع منتجات الطعام وفرض القواعد في تلك المدن البدائية المبكِّرة، وقد ظهرت أول مدينة حوالي 6000 ق.م. في بلاد ما بين النهرين، وعلى ضفاف نهر اليانجتسي في الصين. في بلاد ما بين النهرين، يُشار دائمًا إلى أريحا باعتبارها أوَّلَ مدينة موثَّقة

تتكوَّن من ثمانية إلى عشرة فدادين من المساكن المبنية بالطوب اللَّبِن ومحاطة بالأسوار، وبرج حجري للدفاع، وخزَّانات مياه للري، وكل ذلك للحفاظ على حوالي 2500 نسمة، وهو تعداد سكانها. وأدَّى التحكُّم المنظَّم إلى خلق طبقة أوتوقراطية ومجتمعًا منظَّمًا تراتُبيًّا، وإلى فقدان أسلوب الحياة المستقل الذي كان يعتمد على القنص والجمع. كان هناك تقسيم صارم للعمل وكذلك تفاوتات هائلة في الثروة، والممتلكات، وطريقة الحياة بين الحكام الأغنياء والفلاحين الفقراء. اكتسبت الطبقة الحاكمة سُلطتَها، وحافظت عليها، من خلال عدد من الوسائل، تشمل العقاب القاسي، وتخويف من يخرج عن القواعد. كذلك زعموا وجود علاقة فريدة بينهم وبين الآلهة (المزيد عن ذلك في الفصل الثامن)، وحصروا الأشكال الهامة الأخرى للمعرفة، مثل الكتابة، على أنفسهم. استُخدِمَت الكتابة المسمارية في الهلال الخصيب لحفظ السجلات على ألواح من الطين حتى استُبدلت بعد حوالي خمسة آلاف سنة، في 2000 ق.م، باللغة الفينيقية وباستخدام حروفها، مكتوبة على أوراق عضوية قابلة للتَّلَف. ومثل غيرها من نُظُم الكتابة القديمة، مثل تلك التي تطوَّرَت في شمال إفريقيا والصين، كانت اللغة المسمارية مُنتجا جانبيًّا آخر للثورة الزراعية، وكانت في البداية وسيلة لمتابعة للتجارة، ومن ثم كان القائمون على الحكم حريصين تمامًا على الإلمام باللغة المسمارية، وقَصْر ذلك على أنفسهم. كانت المعرفة، ووسيلة النفاذ إليها، دائمًا وسيلةَ القويِّ لإخضاع الضعيف(90).

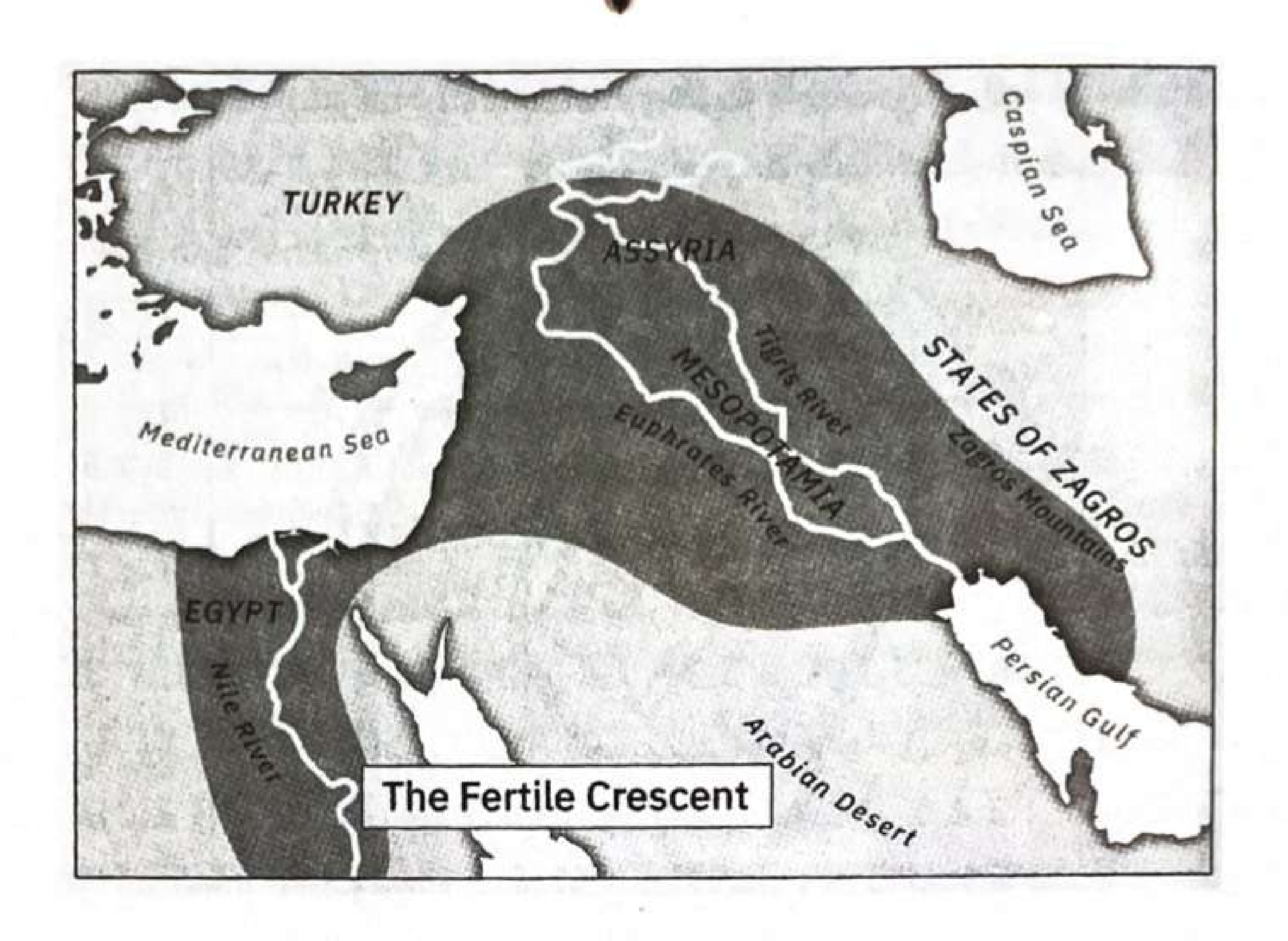
في المدن الأولى، أدَّت المعرفة الإيجابية إلى تقوية كلٍّ من النمو السكاني والتنظيم التراتبي: فالعدد الأكبر من السكان تطلَّب المزيد من إنتاج الطعام، وهذا بدوره تطلَّب تنظيمًا وإدارة أكبر (انظر شكل 4.1). تولَّت السُّلطةَ طبقةٌ من الأوتوقراط متزايدة القوة، وامتدَّ نفوذها من إدارة المزرعة والتحكُّم في الموارد إلى التجارة المبكرة، والدين، والعلاقات بين المدن- الدول الأخرى. ثم وضع هؤلاء الحكَّامُ أنفسَهم في نظام جديد للوراثة الأرستقراطية، ومنعوا الجميع من تغيير أدوارهم الاجتماعية، سواء داخل أو خارج تلك العائلات. وفي المركز، كانت الچينات الأنانية لهؤلاء الحُكَّام هي المنتصرة، وهذه الچينات، كما سوف نرى فيما بعد، وضعت هيكل الحضارة المبكرة مماثِلًا للتراتُبيَّة الاجتماعية بين الحشرات الاجتماعية مثل النحل. مرة أخرى، كان نجاح الجماعة في التكاثر أهمَّ من نجاح الفرد؛ الأمر الذي

حفَّز هذا التغير في التنظيم. ويبدو أن مثل هذه التغيرات في المعدل مرتبطة بانتقالات كبرى في تنظيم الحياة- سواء من البكتريا إلى الخلايا حقيقية النوى، ومن الخلايا حقيقية النوى إلى النباتات والحيوانات عديدة الخلايا، أو الكائنات المدفوعة فرديًا للتعاون مع جماعات من الكائنات. تحوَّلَت الچينات بدائيَّةُ النواة إلى خلايا، وتحوَّلَت الخلايا إلى حيوانات ونباتات عديدة الخلية، وهذا أدى إلى تكون جماعات من الكائنات كوحدات نشطة حرجة للانتخاب. هذه النظرة الموسعة للتطور تضيف التغير التنظيمي في قصة الأنواع إلى تغيُّر الأنواع، وهي أساس النظام التراتبي للحياة على الأرض(91).

بدأت المدن- الدول تظهر تباعًا، وبالتالي ظهرت التخصُّصات القائمة على الموارد المحلية، وهذا أدى بدوره إلى ظهور شبكات التجارة، التي ساعدت في نفس الوقت على انتشار التقنيات الزراعية. وبدأت البضائع النادرة مثل الأوبسيديان (حجر السبج) والأواني الفخارية، والملح، والنحاس لصناعة الحُليِّ، والقصدير والرصاص لسبكهما مع النحاس لصناعة البرونز، والخشب للمباني- تنتقل بين المدن، وأصبحت أساسيَّةً لنمو المدينة. وقُطِعَت الغابات في الهلال الخصيب، على سبيل المثال، نتيجة الأنشطة الزراعية، ومن ثَمَّ اعتُمِدَ على التجارة (شكل 4.2). في بداية عصر البرونز، حوالي 3100 ق.م، تحوَّلَت التجارة باستخدام قوافل الحمير إلى شبكات مكثَّفة على شواطئ البحر المتوسط، وإلى إفريقيا عبر قوافل الإبل، وإلى أماكن أخرى. نُقِلَت البضائع من الملح والذهب والعاج بقوافل الإبل على طرق بعيدة تسيطر عليها مراكز التجارة الإفريقية مثل تمبكتو. وفي النهاية، سوف يصبح الطريق الأسطوري المسمَّى بطريق الحرير شبكةَ تجارة واسعة للغاية ذات تأثيرات كبيرة وباقية ثقافيًا وتكنولوجيًا على المجتمعات التي ربطت بينها؛ ممَّا أتاح تسارُعَ الإبداع في كل من الشرق والغرب، وجعل من الممكن أن يسيطر المغول على آسيا الوسطى من خلال قرصنة طرقها التجارية.



شكل 1.4: أور، المدينة السومرية ذات الأسوار، في بلاد ما بين النهرين، يظهر التنظيم الهيكلي القديم المستخدَم للدفاع، والزراعة، والدين- وللحفاظ على التمييز بين الفلاحين والطبقة الحاكمة. الرسم قائم على مصادر ملكية عامة.



شكل 2.4: الهلال الخصيب، موقع اكتشاف أول ثورة زراعية في العالم، والذي حظي بأكبر قدر من الدراسة المكثَّفة. الرسم الأصلي قائم على مصادر ملكية عامة.

بهذه الطريقة، أرسى البشر أشكال حياة بعيدة كلَّ البُعد عن حياة العشائر البدوية المتنقِّلة التي كانت تتميز بمحدودية النمو السكاني والتنظيم التراتبي. وفي بضعة آلاف قليلة، انتهى تمامًا أسلوب الحياة المتَّسِم بالمساواة للوحدة العائلية من القناصين- الجامعين، وهو الأسلوب الذي عاش مائة ألف ألفيَّة. وأصبح تنظيم الجماعة يعني أن المنافسة على الموارد سوف تحدث الآن على نحوٍ أكبر بين الشعوب والدول، وليس بين العائلات

الدين وموقِع جوبكلي تبه

يقوم التفسير الذي يقول بأن الحضارة ابنة الزراعة على إحدى النظريات: لكن هناك آراء أخرى أيضًا، بعضها ظهر بناء على مُكتَشَفات لأطلال طقوسية قديمة واسعة المجال، والتي سبقت الزراعة والمدن. هل أدت الزراعة إلى ظهور

المدن التي ولدت بدورها ميثولوچيّات روحانية وأديانًا في عملية التحضُّر؟ أو هل نَمَت الميثولوچيات الروحانية من تجارب بالنباتات ذات التأثير النفسي ممَّا أدَّى إلى حياة التوطُّن وظهور المدن؟

لا تفتقد هاتان النظريتان التوافُقَ كُلِّيًّا، وربما حدث الأمران بينما كانت الزراعة تقود الانتشار العالمي للتحضُّر عبر زيادة النمو السكاني وبشر أكثر قوَّةً وأكثر قدرة على التكيف. ومن المحتمل أن تظهر تعديلات كثيرة لفهمنا الحالي للتطور وانتشار الحضارة الإنسانية، ولكن هناك نظرية رائعة قدمها الأثري الألماني كلاوس شميت Klaus Schmidt نتيجة عشرين عامًا من العمل في استكشاف موقع جوبكلي تبه Göbekli Tepe الأثري على أحد جبال تركيا، بالقرب من الحدود السورية، والذي يُشرِف على الهلال الخصيب. موقع هائل، يعرض أعمدةً حجرية كبيرة مُرتَّبة في حلقات مُتَّحِدة المركز، ولا يتصل جوبكلي تبه بأي مدينة، ويُعتقد أنه كان يُستَخدَم للطقوس الدينية. لكن ما يُكسِب هذا الموقع تميُّزَه هو أنه كان يعمل قبل عشرة آلاف عام ق.م، وهذا يعني أنه سابق على الفخَّار، والعجلة، والمدن التي بُنيت نتيجة الثورة الزراعية. لكن الحجم الضخم للأعمدة، والموقع بشكل عام، تطلَّب تنظيمًا وعِمالَةً مُستمرَّةً لمئات من الناس(92). وهذا يعني أن حياة التوطُّن والحضارة تطوَّرَت من مراكِزَ طُقوسيَّةٍ ومن الرغبة في الحياة بالقرب من مواقع الطقوس المقدَّسة. وفقًا لهذه النظرية، فإن الميثولوچيا هي البادئة بتنظيم السكان في أماكن واحدة، وتحوَّلَت هذه التجمُّعات بدورها إلى الزراعة لدعم نفسها.

لكن نماذج التاريخ الطبيعي المذكورة هنا لا تتَّسِق مع هذه النظرية. فمن وجهة نظر التاريخ الطبيعي، يبدو أن الاستئناس كان نتيجة تبادُليَّاتٍ تَطوُّريَّة مشتركة، مثل ما يحدث بين الزهور والحشرات التي تساعدها على التلقيح، بدلًا من اختراع مجتمع قد تجمَّع بالفعل. ورغم وجود مواقع أخرى يبدو أنها سابقة على الزراعة مثل جوبكلي تبه، فإن اتخاذ موقف حاد بأن الميثولوچيا هي التي أدَّت إلى الحضارة يتعارض مع ما نعرفه عن الدور المركزي للتعاون بين الكائنات. كانت الزراعة حقيقةً تَطوُّريَّة، وليست استجابةً إبداعية.

إذن، مـاذا نسـتخلص مـن جوبـكلي تبـه؟ ربمـا كان نتيجـة ثقافـة شـامانية مبكـرة ظهـرت نتيجـة تجـارب النباتـات ذات التأثـير العقـلي، وهـو مـا يجعلـه علامـة عـلى بعـض التجليـات الأولى للميثولوچيـا الدينيـة. وإذا كان الأمـر كذلـك، فـإن هـذا قد يعني أن الميثولوچيـا تطـوَّرت في نفـس الوقـت مـع اسـتئناس النباتـات، وخاصـة النباتـات ذات التأثـير العقـلي، وهكـذا فهـي تتَّسِـق مـع الإطـار التطـوري الحتمـي. وربمـا كان المزيـد مـن المراكـز الطقوسـية، والديانـات الأوليـة، والتجـارب بنباتـات معينـة، قـد لعـب دورًا أكـبر كثـيرًا في الحضـارة المبكـرة مـمَّا نعرفـه اليـوم. إن الجمـع بـين التجـارب المؤثـرة عقليًـا والنظـام التراتبـي للحضـارة قـد يكـون التُّربـة التـي ترعرعـت فيهـا الديانـات عاليـةُ التَّراتُـب التـي طـال تحكُّمهـا في الحضـارات مـن خـلال العائـلات الحاكمـة مـن الملـوك والكهنـة(93).

ما هو الثَّمن؟

الانتخـاب الطبيعـي أداةٌ فعَّالـة للغايـة، لكنهـا قصـيرة النظـر. فهـي تعمـل جيـلًا بجيـل دون تخطيـط بعيـد المـدى أو أهـداف مسـتقبلية. وهـي تسـتجيب للمشـكلات التـي تمثِّلهـا الظـروف البيئيـة، وعـلى مـدى زمـن كافٍ تغـير الكائنـات والنظـم البيئيـة، لكـن هـذا لا يعنـي أن مـا تـم انتخابـه سـوف يكـون دائمًـا وعـلى المـدى الطويـل مُفيـدًا للاسـتقرار والاسـتدامة.

لقـد أدَّت مزايـا التكاثُـر قصـير المـدى النابعـة مـن الثـورات الزراعيـة إلى تفجُّـر النمـو السـكاني، وفي النهايـة أدَّت إلى سـيطرة الإنسـان عـلى الكوكـب. حـدث هـذا بسرعـة في زمـنٍ چيولوچـي: أقـل مـن واحـد بالمائـة مـن الوقـت الـذي قضـاه الإنسـان عـلى الأرض، وأقـل مـن 0.001 بالمائـة مـن الزمـن الـذي تَغطَّـى فيـه الكوكـب بالنباتـات والحيوانـات. ونحـن لم نصـل بعـد إلى معرفـة وثيقـة بمـدى تأثـير المسـار السريـع للحضـارة عـلى تطـور الإنسـان وتطـور الكوكـب ككل. نعـرف فقـط أن الحضـارة جلبـت معهـا الفـنَّ والتكنولوچيـا والديـن والعلـم- لكنهـا أيضًـا تطلَّبَـت أضعافًـا مـن التكاليـف الباهظـة التـي لا نـزال ندفـع ثمنهـا حتـى اليـوم، ونضيـف إليهـا، وكل هـذا ضمـن فـترة تطوريـة صغـيرة للغايـة مـن الزمـن الچيولوچـي.

سبق أن أشَرتُ بالفعل إلى أحد بنود تكلفة الحضارة التراتبية الهرمية- وبالتحديد تأسيس نخبة حاكمة وميثولوجيات يمكنها الهيمنة على جموع الناس. جاء هذا على حساب أسلوب الحياة الذي كان يعني أن كل فرد مطلوب ومهم لنجاح الجماعة وبقائها. كانت النقلة إلى ترتيب أكثر هرمية منطقية، حيث كانت الزراعة المبكِّرة بحاجة إلى تجمُّعات كاملة على مستويات مختلفة من الأهمية والإتاحة: ثم أصبح هذا النظام أكثر رسوخًا وتفصيلًا بمرور الوقت. من المؤكَّد أن الفلاحين الأوائل لم تكن لديهم فكرة أن البنية التراتبية للمدن، والتي فصلت المديرين عن المُدَارين، سوف تؤدِّي إلى تفاوُتاتٍ اقتصادية واجتماعية وإلى تصعيد الصراع الطبقي داخل المدن البازغة، وبينها. ولكن، بمجرَّد تبنٍّي أسلوب حياة متوطِّنة، أصبح من الممكن، نتيجة الثورات الزراعية، قيام المدن- الدول بما تحتويه من عدد سُكَّانٍ كبير ومُتنامٍ، ومع سيطرة طبقة نخبوية من القادة الدينيين والمديرين المتعلِّمين على صناعة القرار المجتمعي، وراحت هذه المدن تدخل في صراعات مع بعضها البعض على ما صاحب ذلك من تناقُصٍ في الموارد المتاحة (شكل 3.4)(94).

بهذا المعنى، كانت المدينة- الدولة تعمل مثل الكائنات الفائقة المتعاونة داخليًّا، التي تتنافس مع كائنات فائقة أخرى على نفس الأرض، ونفس المواد، ونفس المياه. نشأت ثقافات حربية عنيفة وتولَّدَت عنها المدن ذات الأسوار، مثل أريحا، وأول جيوش عاملة في تاريخ الكوكب. تؤكِّد سِجِلَّات الحفريات البشرية نشأة هذه العلاقات الإنسانية العدائية العنيفة، حيث تَعرِض لنا زيادةً في الجراح العنيفة أثناء ذلك العصر. ويستمرُّ تراث تلك الحروب المبكرة حتى يومنا هذا. ومن المفارقات التاريخية القاسية أن البلدان الموجودة حاليًا في الموقع المُسمَّى بمهد الحضارة لا تزال تُمزِّقها الحروب بعد ما يزيد على ثمانية آلاف عام(95).



شكل 3.4 حفر آشوري على الحَجَر لعرَبَةٍ حربية، حوالي 2000 ق.م. عندما تدهورت المصادر المحلية، وحيث أصبحت صناعة القرار مُركَّزَةً في أيدي الطبقة الحاكمة، كانت الطبقات الأدنى غالبًا تُرسَل إلى الحرب للحصول على ما يحتاجه العدد المتنامي من السكان. اعتمد الرسم الأصلي على مصادر الملكية العامة.

كانت مناطق أخرى أيضًا مُعرَّضة لهذه الضغوط. كانت الصراعات القاتلة من أجل الموارد والحروب بين المدن المتنافسة والميثولوجيات المختلفة هي في الواقع الحَكَمَ بين حضارات في حالة تطوُّرٍ، كما جاء شرحه في كتاب فرانسيس فوكوياما The Origins of Political Order (أصول النظام السياسي، 2011). هذه الآلام المتنامية للحضارة كانت في أقسى أشكالها في الصين، حيث استمرَّت ثقافة حربٍ لا تتوقَّف لما يقرب من خمسة قرون.

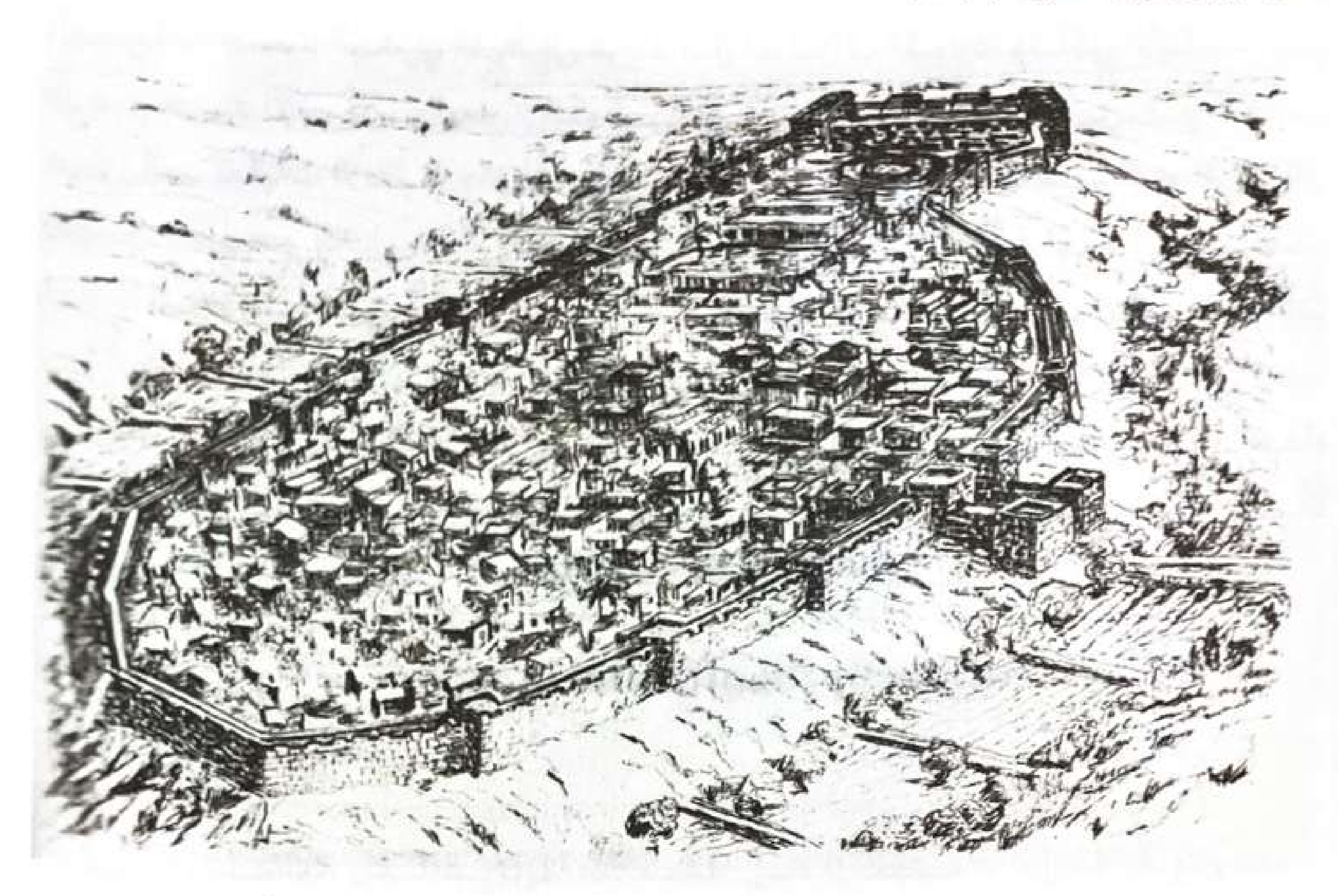
لم يكن من الممكن أيضًا أن يتوقَّع الفلاحون الصراعات مع الطبيعة التي سرعان ما سوف تَعقُب إنشاء المدن. وبدون فهمهم لنظرية المرض الناشئ عن الجراثيم، لم يكن لدى سُكَّان المدن المبكِّرين طريقةٌ لمعرفة أن كثافةً أكبر في السُّكَّان سوف تخلق أرضيَّةً صالحة لتكاثُر الأمراض (كثافة سكانية عالية، نتيجة زيادة الموارد الغذائية، نمو خمسة أضعاف في الهلال الخصيب فقط على مدى

ألفيَّـاتٍ قليلـة). وبالمثـل، في القـرن العشريـن، لم تكـن لدينـا فكـرة بـأن المبيـدات الحشريـة قـد تُضعِـف قشـور بيـض الطيـور الجارحـة؛ مـمَّا جعـل العديـد منهـا يـكاد ينقـرض، مثـل الصقـور والنسـور وغيرهـا مـن الطيـور الجارحـة، كـما لم نكـن نعلـم أن الزراعـة واسـعة المجـال في البيئـة القاحلـة سـوف تُضعِـف الأرض وتـؤدِّي إلى تراكـم الملـح والتصحُّـر. وسـوف نتنـاول هـذا بتفصيـلٍ أكـبر لاحقًـا(96).

كذلـك كان تأثـير أسـلوب الحيـاة الزراعيـة كبـيرًا عـلى صِحَّـة الإنسـان. فالاعتـماد عـلى عـدد صغـير مـن مـوارد الغـذاء كان يعنـي اسـتهلاك غـذاء أقـلّ تَنوُّعًـا، يعتمـد بكثافـة عـلى الحبـوب والكربوهيـدرات. وأدَّى هـذا إلى مشـكلات للأسـنان، ومعـدَّلات إنجـاب أقـل، كـما قلَّـل مـن قامـة الجسـم البالـغ، وأدَّى إلى أعـمار أقـصر. كـما أدَّى أسـلوب حيـاة التوطُّـن بشـكل غـير مبـاشر إلى المزيـد مـن المشـاكل الصِّحِّيَّـة للنسـاء، فقـد أصبـح الحمـل أكثرَ تكـرارًا. ويُعتقـد أن الأيـض، أو التمثيـل الغـذائي، الـذي تطـور عـلى مـدى ملايـين السـنين مـن أنـواع الغـذاء الخاصـة بحيـاة القنـص والجمـع، هـو أسـاس كثـير مـن مشـاكلنا الصحيـة المعـاصرة مثـل السِّـمنة، ومـرض السـكر، وحساسـية الجلوتـين. لقـد أدَّى الاعتـماد عـلى مـوارد غـذاء أقـلَّ تنوُّعًـا أثنـاء الثـورة الزراعيـة الأولى إلى جعـل السُّـكَّان الأوائـل مُعرَّضـين لمشـكلات مثـل نقـص الطعـام، والمجاعـات، وأمـراض الحيـوان والنبـات(97).

وأخـيرًا، لم يكـن مـن الممكـن أن يعـرف الفلاحـون المبكِّـرون الآثـار البيئيـة المدمِّـرة التـي يمكـن أن تحـدث بسـبب الزراعـة والحضـارة (شـكل 4.4). لقـد كانـت آثـار مثـل تدمـير الموئـل، والتصحُّـر، وغـير ذلـك مـن دلائـل التدهـور البيئـي نتيجـة تضخُّـم سُـكَّان المـدن- الـدول وحاجتهـم الدائمـة للطعـام. كانـت هـذه مشـكلةً أكـبر مِـمَّا يمكـن أن نتخيلـه بالنسـبة للمزارعـين الأوائـل، فالإنسـان الأول لم يكـن قـد اسـتقر في معظـم البيئـات المنتجـة المتاحـة، فكـما سـبق الذكـر، لم تكـن لديهـم تكنولوچيـا آمنـة لقطـع الغابـات التـي تخفـي الحيوانـات المفترسـة وتمنـع نمـو المحاصيـل. وبـدلًا مـن ذلـك تشـبَّثوا بالأطـراف المسـتخدمة بكثافـة للغابـات، حيـث يسـتطيعون الزراعـة بسـهولة أكـبر ورعايـة الحيوانـات الداجنـة، وأثنـاء ذلـك يجعلـون هـذه البيئـة مُعرَّضـةً لاسـتنفاد المـوارد، والتـآكل، والتصحُّـر بالإضافـة إلى قطـع الأشـجار. كل هـذه المشـكلات ثابتـة عـلى نحـو مـؤلم في الهـلال الخصيـب اليـوم. بالإضافـة إلى ذلـك، نعـرف اليـوم أن آلـة النُّمـوِّ السـكاني المتزايـد ومـا صاحبـه مـن مطالـب لمـوارد متزايـدة بـلا توقُّـف قـد

أثَّرَت على ما هو أكثر من الأنظمة البيئية للكوكب. ففي العقود القليلة الماضية استطعنا أخيراً أن ندرك مدى التأثير الذي سبَّبَته الحضارة، والتي وصلت إلى تغييرِ حتى چيولوچيا الكوكب(98).



4.4 القدس، إحدى مدن الهلال الخصيب، من أقدم المدن في العالم، تعود أصولها إلى أكثر من أحد عشر ألف سنة. الرسم قائم على مصادر ملكية عامة.

تعتبر الحضارة بشكل عام دليل انتصار الإنسان على الطبيعة، هي النقطة التي فيها تمكَّن الإنسان من اختطاف تاريخه الطبيعي الخاص، ليصبح سيِّدَ مُستَقَبله. ولكن، بدلًا من أن يؤدي هذا "الانتصار" إلى رفاهية البشر عامَّةً -وهو الانتصار الذي لم يكن موجودًا سوى في 2 بالمئة من زمن وجود الإنسان العاقل على الأرض- فقد أدَّى إلى نتائج قاسية وخطيرة. وتشمل هذه النتائج الفوارق الاقتصادية بين السكان، فمع وجود طبقة صغيرة من القادة النخبويين أعظم استفادة دائمًا، نجد تدهور البيئة (والكوكب)، والمجاعة، والمرض، والتهديد الدائم بالحرب نتيجة مزيج مُخيفٍ من النمو السكاني، والميثولوچيات المتصارِعَة، ونضوب الموارد. وقد تراجَع العُنفُ، لكن التفاوتات الظالمة لم تتراجع. لا زلنا نعيش في عالمٍ تسوده صراعات أساسية بين ضغوط المنافسة والتعاون.

لكـن التعـاون في تدجـين وترويـض البيئـة، والحضـارة، هي نتائـج عمليـات تطورية، وليســت اختيـارات فرديـة. كيـف إذن ينبغـي تقييـم فوائـد الحضـارة وتكاليفهـا؟ هـل هـذه العواقـب نتائـج لا مفـرَّ منهـا للتنظيـم الـذاتي التراتبـي؟ هـل تقـود هـذه العمليـات جنسـنا البـشري فقـط إلى مزيـد مـن اسـتنزاف المـوارد، وتـآكل الأنظمـة التـي تدعـم حيـاة الإنسـان، والـصراع الكوكبـي؟ في مسـار تاريخنـا التطـوُّري، تـمَّ التَّغلُّـب عـلى السـلوكيات الأنانيـة والتنافُسـيَّة عـن طريـق الفوائـد الجمعيـة للتعـاون؛ كان العمـل معًـا هـو الحـل سـواء في مواجهـة المـرض أو العنـف أو قِلَّـة المـوارد. لكـن هـذه المزايـا التعاونيـة، التـي لم تكـن تسـتهدف غايَـةً مُعيَّنـة، وكانـت قصـيرة النظـر، قـد أدَّت بنـا أيضًـا إلى مسـارٍ وخيـم. فهـل هنـاك حلـول مقصـودة وتعاوُنيَّـة لمـا نعانيـه في زمننـا هـذا مـن كثافـات سـكانية بشريـة عاليـة وغـير مسـتدامة، ومحدوديـة مـوارد الغـذاء المعـاصرة، والميثولوجيـات المتعارِضَـة، وانهيـار عـالم الارتقـاء التكافُـلي الـذي نشـأنا وتطوَّرنـا فيـه؟ هـذه هـي الأسـئلة التـي تـدور حولهـا الفصـول التاليـة.

الفصل الخامس

استغلال الموارد الطبيعية

محدوديـة المـوارد واسـتغلالها مـن المشـكلات المركزيـة لـكل الكائنـات ذاتيـة الاستنسـاخ، وهـي كـما رأينـا مـن بـين دوافـع الحضـارة وتكاليفهـا. مـن البكتريـا، إلى النباتـات، إلى الـلا فقاريـات، إلى الفقاريـات، بمـا يشـمل الإنسـان، كانـت محدوديَّـة المـوارد تَحـدُّ مـنْ عـدد الكائنـات. لكـن محدوديـة المـوارد مسـألة تختـصُّ بالنـوع وتعتمـد عـلى الموئـل. هـذه العمليـة يـشرح بعضهـا "قانـون الحـد الأدنى"، الـذي قدَّمـه ليبيـج[1] مـن أجـل الزراعـة في الأسـاس، وقـد صمـد هـذا القانـون أمـام الزمـن ليكـون المصـدر الـذي قامـت عليـه النظريـة الإيكولوچيـة المعـاصرة(99). يقـول قانـون ليبيـج إن النُّمـوَّ السـكاني لا يحكمـه الإمـداد العـام بالمـوارد، ولكـن بالمـورد الوحيـد الـذي يُمثِّل أقـصى قـدر مـن التقييـد. وبعبـارة أخـرى، يتحـدَّد عـدد السـكان بنـاء عـلى أضعـف حلقـة مـن حلقـات المـوارد.

---

(1) يوسـتوس فـون ليبيـج (Justus von Liebig: 1803-1873) عـالم ألمـاني قـدم إسـهامات كبـيرة في الكيميـاء الزراعيـة والبيولوجيـة، ويعتـبر مـن أهـم المسـاهمين في إنشـاء الكيميـاء العضويـة. [المترجمـة]

عندما كُنَّا نعيش مُتنقِّلين على القنص والجمع، لم نواجه هذه المشكلة بنفس المعدل الذي واجهناه عندما أصبحنا متوطِّنين: لم نكن ملتزمين بالبقاء في أرض واحدة كما لم يكن علينا إطعام أعداد كبيرة، وكنَّا مُتحرِّكين وأذكياء. ولكن مع تطوُّر المدن، دفعت المصادر المحدودة إلى الإبداع الذي ما زلنا نتعرَّف إليه حتى اليوم: مواد أفضل للأدوات والأسلحة، شبكات تجارة تعاونية، طرق توفِّر طاقة أكبر للاستكشاف.

هناك حالة نموذجية للدراسة بهدف استكشاف أسباب وآثار المصادر المحدودة والمحاولات الإبداعية للتحكُّم في هذه المصادر، وهي الحضارة الفينيقية المبكرة. والواقع أن صعود الفينيقيين إلى السُّلطة جاء نتيجة نفس الكائن الذي سحَرَني في خليج بيوجيت ساوند أثناء صِباي، وفي النهاية قادني لكتابة هذا الكتاب: الحلزون، الذي يُعتَبر نجم هذا الفصل. سوف تطلق الدينامية الثقافية بين الفينيقيين والحلزون واحدًا من أهم شبكات التجارة المبكِّرة في البحر المتوسط، وهو تطوُّرٌ اختصَّ أيضًا بتكنولوچيات واستكشافات جديدة. كيف حدث التداخُل والتفاعُل بين هذين الكائنين: الحلزون والإنسان؟

سباق التَّسلُّح

عندما توسَّعَت أعداد السكان من البشر وازدادت الحاجة إلى الموارد، كان على التجمُّعات تخزين مواردهم والدفاع عنها أمام الآخرين. أدَّت الموارد المحدودة إلى الصراع بين البشر، كما يحدث تمامًا في عالم النبات والحيوان، وهذه الصراعات يأتي حَلُّها بطريقة من اثنتين: التعاون أو تصاعد سُرعَة التطور. يعمل التعاون على حل محدودية الموارد اعتمادًا على مزايا الجماعة مثل القوة الدفاعية العددية، ومزايا الاتحاد والتعاون. ونرى هذه المزايا التعاونية في كل شيء من أحواض بلح البحر حتى أسراب الطيور، ومن المدن ذات الأسوار في العصر الحجري القديم، إلى الكائنات التي تعتمد في بقائها على الحماية الكيميائية والهيكلية للشُّعب المرجانية. أتاحت نتائج التعاون والقوة العددية للمستهلكين -مثل النمل، والنحل، وأسراب السمك، وقطعان الذئاب، وجماعات القنص البشرية مع شركائهم من الكلاب- مضاعفة نجاحهم في الحصول على الغذاء. وفي المقابل، تطوَّر الشعور

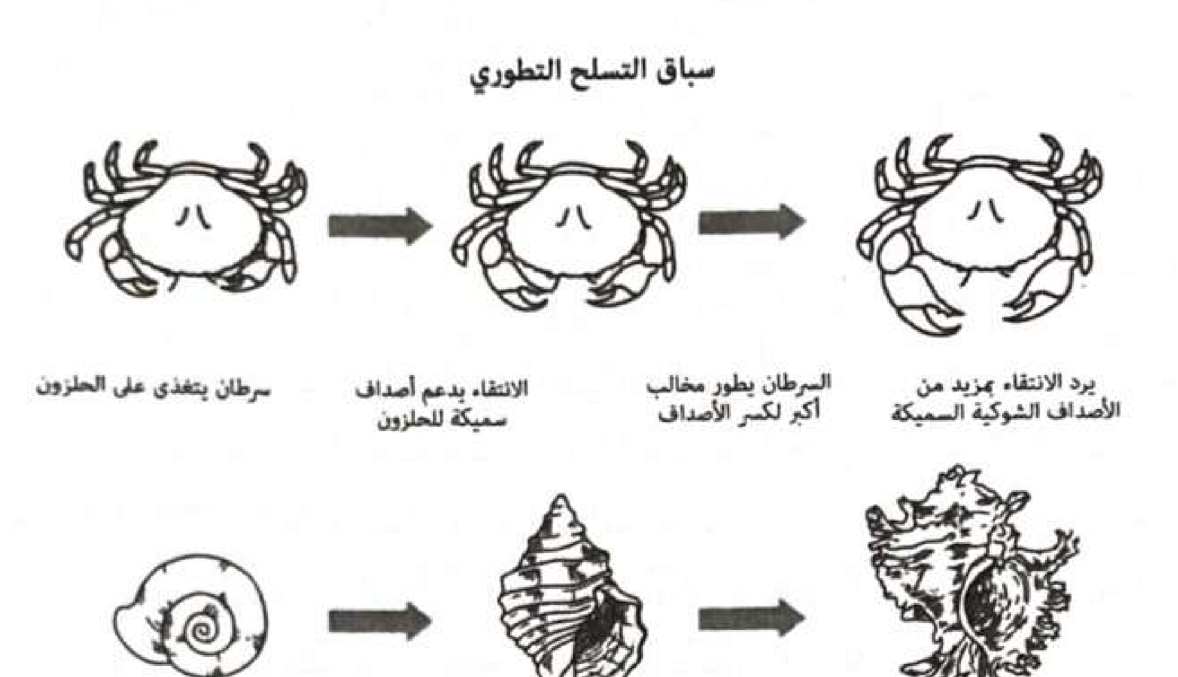
بالأمان في وجود العدد الأكبر أو سلوك القطيع الأناني كاستراتيجية أوَّلِيَّة للفرائس في مجموعة متنوِّعة من الكائنات تتراوح من اللا فقاريات (بما يشمل شقائق النعمان البحرية، والنمل، والمحار، والحلزون) إلى الفقاريات (مثل أسراب الطيور، والحيوانات ذوات الحوافر، والرئيسيات التعاونية). وفي أنواع كثيرة، منها الإنسان، كانت حياة الجماعة في نفس الوقت سلاحًا رئيسيًّا للاعتداء أو للدفاع، قاعدة للسلوك الأولى والتاريخ الطبيعي.

لكن التصعيد أدَّى إلى سباقات تسلُّح. فمع تراجُع الموارد، استجابت الأنواع المتفاعلة عن طريق رفع مستوى اللعب على نحو متبادَل. من الأمثلة المفيدة هنا الحلزون ومفترسه، سرطان البحر. يتمتَّع جيرات ڤرميج Geerat Vermeij بحياة مهنيَّة مُؤثِّرة في تشريح الديناميكيات التطورية للقتال المشترك بين المفترس والفريسة باستخدام بنية قوقعة الحلزون والسرطان والأسماك المفترسة كنظام نموذجي. تتمتَّع الحلزونات بتاريخ أحفوري طويل بسبب صَدَفتها الصُّلبة المكوَّنة من كربونات الكالسيوم، وقد لقيت اهتمامًا كبيرًا من علماء الطبيعة الأثرياء في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر خلال عصر الاستكشاف، عندما كانت النخبة المثقفة تهتم بجمع الأنواع الجديدة من المخلوقات، وكان العلماء يجمعونها من أجل تلك النُّخبة. ويعتمد ڤرميج نفسه غالبًا على مجموعات الأصداف الڤيكتورية والأصداف الأحفورية الموجودة الآن في المتاحف حول العالم لإعادة بناء تاريخ سباقات التَّسلُّح الرَّخويَّة.

القصة التي يكشفها هذا البحث بسيطة وقوية وقابِلَة للتعميم. تتعايش القواقع والأنواع المفترسة لها منذ فترة طويلة في البحار المالحة الضَّحلَة. قبل أن يحدث نقل وتوريث هيكل الصدفة الواقية لنسلها، تم اختيار مجموعة متنوعة من التطورات المترابطة، مثل الأصداف السميكة، وتقوية أضلاع الصَّدَفة، والعمود الفقري الصَّدَفي الذي حَدَّ من قدرة الحيوانات المفترسة على الإمساك بالصَّدفة ومهاجمتها، كذلك قامت بسَدِّ منافذ الصَّدفة للحَدِّ من وصول المفترس إلى الأنسجة الرخوة للحلزون. في المقابل، اختار التطوُّر مجموعةً من الأسلحة لسرطان البحر الراغب في سحق الحلزونات، مثل مخالب متكلِّسة أكثر صلابة، وعضلات قوية ذات تَميُّز ميكانيكي كبير، ومخالب ذات أسنان تكسر شفَتَيْ منفذ الصَّدفة للوصول إلى الأنسجة الرخوة للحلزون أو لإمساك الأصداف بإحكامٍ لتتمكَّن من سحقها. أدَّت

تطوُّرات الصَّدفة الدفاعية الإضافية للقواقع إلى اختيار السرطانات مخالب تكسير للقواقع أقوى وأكثر تخصُّصًا، في تصاعُدِ سباق التسلُّح التطوري الذي أدَّى عبر الزمن إلى التنوُّع في بنية صَدَفات الحلزون ومخالب السرطان (الشكل 5.1)(100).

ورغم أن سباق التسلح التطوري أدَّى بشكل واضح إلى التنوُّع الهيكلي، إلا أنه أدى أيضًا بشكل أقل وضوحًا (ولكن مع تَرتُّبِه عليه) إلى الحرب الكيميائية. المواد الكيميائية الدفاعية، التي تطوَّرَت بشكل أساسي في النباتات اللا عُنُقيَّة، والفطريات، واللا فقاريات البحرية للحد من خسائرها للحيوانات المفترسة، سيكون لها تأثيرات عميقة وعميقة يتردَّد صداها في جميع أشكال الحياة على الأرض حتى يومنا هذا. اسَتعار البشر الدفاعات الكيميائية للكائنات الأخرى كحماية من الحيوانات المفترسة والأمراض الخاصَّة بهم؛ ممَّا أدَّى في النهاية إلى الصناعة الدوائية. لكن البشر أيضًا كانوا هدفًا للحرب الكيميائية التطوُّرية. لم يُؤدِّ هذا فقط إلى أنواع من الإدمان الذي أصاب البشر بالشلل، بل أدى أيضًا إلى الهلوسات التي قادت البشر إلى تخيُّل عوالم أخرى وساعدت في خلق الأساطير. والحق أنه من أعظم المفارقات الإنسانية أن الحرب الكيميائية العضوية بين الكائنات اللاعُنقيَّة ومستهلكيها كانت الطريقَ إلى كلٍّ من الإدمان والاعتقاد في الأساطير الدينية، وهما من أكثر السلوكيات التي تؤثِّر على الثقافة البشرية.



شكل 1.5 سباق تَسلُّح ثوري بين الحلزون ومُفترِسه الأساسي، السرطان. أدَّى الانتخاب الطبيعي إلى استجابة القواقع للافتراس عن طريق سحق القشرة بزيادة سَماكَة أصدافها وإضافة ميزات معمارية/ بنيوية مثل الأشواك والأضلاع والفتحات المسدودة. ويدفع الانتخاب الطبيعي السرطانات بالاستجابة لهذه الدفاعات المعمارية للأصداف من خلال تطوير مخالب تكسير أكبر وأكثر تخصُّصًا. الرسم الأصلي على أساس مصادر المجال العام.

أدَّى التصعيد أيضًا إلى تطور الأدوات. خلال العصر البرونزي، الذي بدأ حوالي 3000 قبل الميلاد، بدأ البشر في صناعة سبائك بخلط القصدير والرصاص بالنحاس، فصنعوا معدنًا أكثرَ متانةً من النحاس وحده. أصبحت هذه المعادن، مثل الصخور البركانية التي سبقتها، المادَّةَ المُفضَّلة للحصول على موارد المعيشة والدفاع عنها، مثل الغذاء الذي يحتاج الحصول عليه أن يقوم العُمَّال برعاية الحقول وحصاد المحاصيل ومعالجتها، ولتخزين احتياطيات الغذاء لاستخدامها في الظروف المناخية القاسية. كان ظهور البرونز يعني المزيدَ من أدوات الزراعة في المناطق الوعرة أيضًا، وفي ما أصبح ما يشبه المبدأ العالمي الشامل للبشرية عندما تكون هناك قفزة تكنولوجية، الأسلحة(101). وفي أحد الأمثلة الكلاسيكية للاستجابة الإيجابية والحتمية بين استغلال الموارد والنمو السكاني، أدَّى إدخال

البرونـز إلى زيـادة القـدرات والإمـدادات الزراعيـة؛ مـمًا أدَّى إلى زيـادة السـكان؛ الأمـر الـذي تَطلَّـب إمـدادات أكـبر. ومـع وجـود أسـلحة برونزيـة جديـدة تفوَّقَـت كثـيراً عـلى الرمـاح والسـهام ذات الـرؤوس الحجريـة، اشـتدَّت النزاعـات بـين الدُّوَل-المـدن المتنافسـة عـلى النفـاذ إلى المـوارد الغذائيـة والمعدنيـة. كانـت هـذه هـي المعركـة المسـتمرة بـين التجـارة التعاونيـة والسـيطرة التنافسـية عـلى أحـدث المـوارد المحـدودة.

بعـد اكتشـاف الإنسـان لصناعـة السـبائك البرونزيـة، جـاء صهـر الحديـد وبـدأ العـصر الحديـدي. وعـلى الرغـم مـن أن أول تصنيـع للحديـد حـدث في شـبه جزيـرة الأناضـول عـام 1700 قبـل الميـلاد، إلا أن عمليـة تشـكيل الحديـد لم تصبـح شـائِعةً حتـى عـام 1200 قبـل الميـلاد. في البدايـة، كانـت تقنيـة الصهـر نفسـها هـي المصـدر الأكـثر محدوديـة، والـذي انتـشر عـلى طـول طـرق التجـارة التعاونيـة. كان الحديـد الزَّهـرُ هَشًّـا، بينـما كان الحديـد المطـاوع مَرِنًـا، ولم تعتمـد تقنيـة أيٍّ منهـما فقـط عـلى توزيـع رواسـب الحديـد، ولكـن أيضًـا عـلى الدرايـة باسـتخدام فحـم الكربـون النقـي في فُـرنٍ مُغلَـق لزيـادة درجـة حـرارة النـار بدرجـة كافيـة لصهـر وتنقيـة وسـبك خـام الحديـد بالكربـون. ونظـرًا لأن الحديـد مـادة أكـثر صلابـة ومتانـة مـن البرونـز؛ فقـد أتاحـت هـذه التكنولوچيـا تميُّـزًا للـدُّول- المـدن في حـروب المـوارد. أدَّى إنتـاج الحديـد والعـصر الحديـدي إلى تسريـع تطويـر التقنيـات المعدنيـة لـكلٍّ مـن الزراعـة والحـرب؛ مـمًا أدَّى بحلـول القـرن الثالـث عـشر إلى اسـتخدام سـيوف وسـكاكين أكـثر قـوة بالإضافـة إلى الأقـواس والبنـادق والمدافـع.

اسـتمرَّ الحديـد هـو المـادة الهيكليـة المختـارة لصناعـة الأدوات والأسـلحة لأكـثر مـن ثلاثـة آلاف عـام. وحتـى القـرن التاسـع عـشر، لم يحـدث أن أصبـح الفـولاذ المُكَرْبَـن عـالي الجـودة أو "فـولاذ البوتقـة"، الـذي يتطلَّـب درجـات حـرارة عاليـة للغايـة لإزالـة الشـوائب مـن الحديـد، هـو المعـدن السـائد والمعتـاد. (اكتُشِـفَت أسـلحة للڤايكنـج من فـولاذ البوتقـة يعـود إلى زمـن أقـدم كثـيراً، تقريبًـا -800 1000 م. أتاحـت هـذه الأسـلحة المتقدِّمـة للڤايكنـج إمكانيـة ثنـي أو كـسر سـيوف خصومهـم. ولكـن ليـس مـن المفهـوم تمامًـا، حتـى يومنـا هـذا، كيـف اسـتطاع الڤايكنـج تطويـر هـذه التكنولوچيـا في وقـتٍ مُبكِّـر جـدًّا)(102).

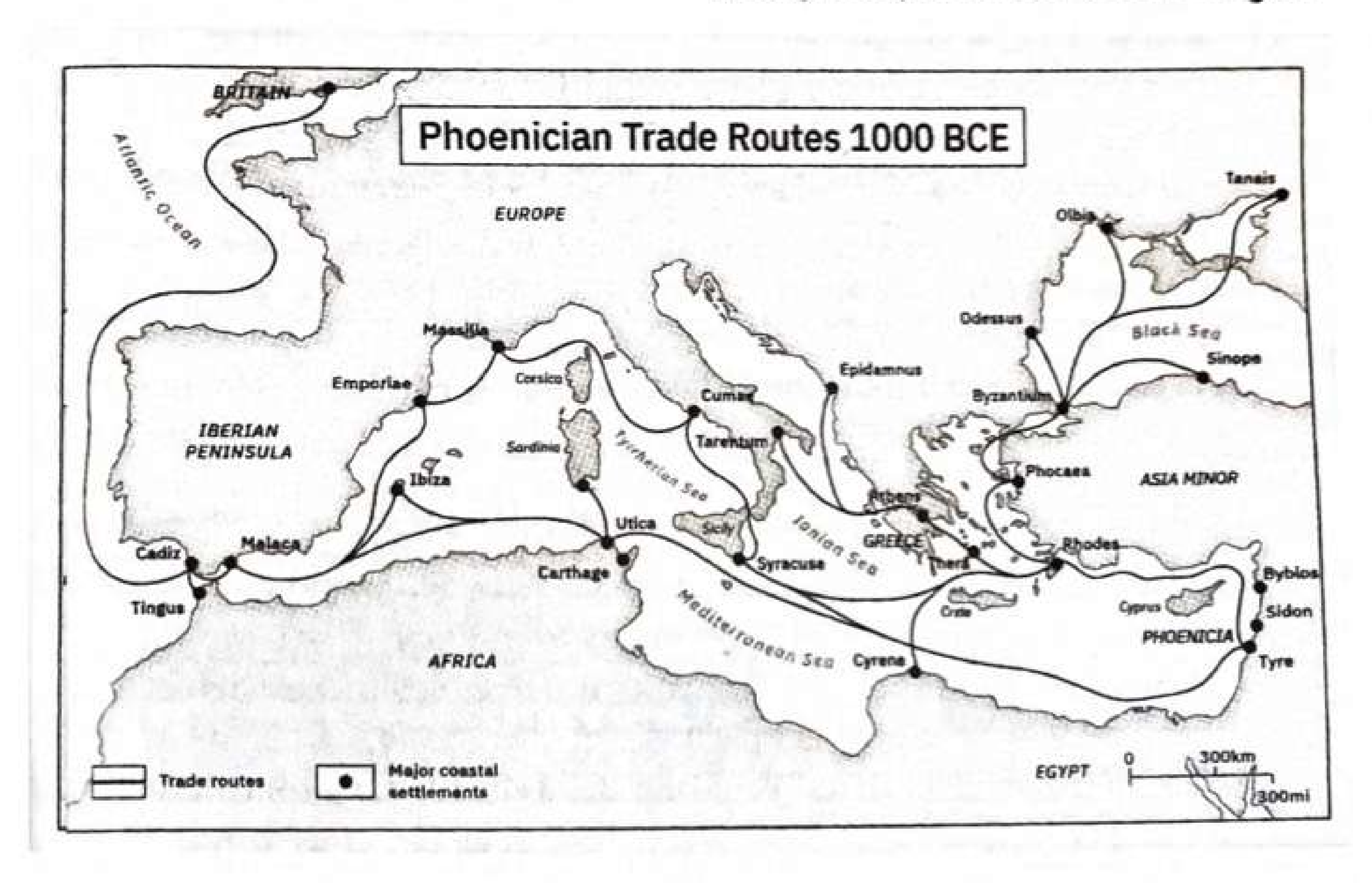
سـباق التسـلُّح البـشري هـذا هـو مثـال بسـيط للتاريـخ الطبيعـي التقليـدي. كان المسـتهلكون المتنافسـون وفرائسـهم يقومـون عـلى نحـوٍ تَفاعُـليٍّ بترقيـة أسـلحتهم

ودفاعاتهم لمئات الملايين من السنين: والفارق بالنسبة للبشر هو قدرة معرفية أكبر فقط. مثلما حدث عندما طوَّر البشرُ الجَريَ لمسافات طويلة، والصيد التعاوني، والشراكات المتبادَلة مع الكلاب من أجل السيطرة على الفرائس، إذ استخدموا أدمغتهم الكبيرة لتطوير الأدوات والتعدين، تلك القدرات التي من شأنها المساعدة في الدفاع والحصول على الموارد اللازمة. لم يكن سباق التسلُّح البشري هذا يختلف من نواحٍ كثيرة عن النوع التطوُّري القديم الذي يؤدي إلى تطوير المخالب لكسر صَدَفةً الفريسة، أو تقوية دفاعات قوقعة الحلزون، أو الرخويات البحرية السامة(103).

من هذا المنظور، فإن قاع المحيط عبارة عن أرض تجارب أسلحة عمرها مئات الملايين من السنين، ذلك أن الدرع الصُّلب المكوَّن من كربونات الكالسيوم والذي طوَّرَته الرخويات البحرية لدرء أو إذابة أسنان الحيوانات المفترسة أشبَهُ بأسوار أريحا- والمستعمرات المرجانية الضخمة الموجودة تحت سطح البحر، والتي راكَمَتها الهياكل الخارجية المترابطة لشقائق النعمان البحرية، تلك الهياكل المكوَّنة من كربونات الكالسيوم، تُماثِل القلاع والأسوار إلى حدٍّ كبير. وجاء رد فعل الحيوانات المفترسة لهذه الأعشاب البحرية المتكلِّسة والشِّعاب المرجانية والقواقع المحصَّنة بصَدَفاتها، عن طريق تحسين أسلحتها: أسنان مغلَّفة بالحديد أو حادَّة الشفرة لتحدِّي الأعشاب البحرية المتكلِّسة، وتجهيز الأسنان والجهاز الهضمي بأنظمة ساحقة يمكنها، مثل نظام معالجة الطعام، أن تسحق وتهشِّم وتعالج الهياكل المرجانية (معظم نجوم البحر تنفث الإنزيمات الهاضمة مباشرة على الأنسجة الحية الرخوة للمرجان من خلال تمديد المعدة والإنزيمات الهاضمة المصاحبة من أفواههم؛ ممَّا يؤدي إلى تسييل الأنسجة الرخوة، والتهامها). كذلك السرطانات بأنواعها لديها مخالِبُ قوية أو أجزاء فم قادرة على تمزيق الأصداف وإخضاع الفريسة المدرَّعة جيدًا. هذا السباق التطوُّري القديم للتسلُّح بين الكائنات البحرية الشائعة مُشابِهٌ بشكل مباشر لمثيله عند البشر، الذين استخدموا إبداعاتهم خلال الأيام الأولى للحضارة لتحسين أسلحتهم وأدواتهم باستخدام الصخور، ثم البرونز والحديد. فبدلًا من تعديل أسناننا أو أيدينا أو بشرتنا، لجأنا إلى تكنولوجيا الأدوات الإبداعية لمواكبة، والتفوُّق على، منافسينا في اللعبة التطورية للبقاء.

الحلزون، الإبحار، والعبيد

كانت الحرب والصراع بين الجماعات البشرية المتعاونة أو الثقافات إحدى نتائج استغلال الموارد، ولكن مع قيام المدن بإزالة الأشجار لبناء القوارب والمنازل؛ دفعت اللعبة إلى الانقراض المحلي أو الإقليمي أو العالمي؛ واكتشفت وطوّرت موارد رفاهية -وكذلك كان التعرُّف على موارد أخرى منتشرة في جميع أنحاء العالم- ظهرت نتيجة أخرى في السرعة المتزايدة: التجارة. كانت التجارة دائمًا عامِلًا هامًّا في الأيام المبكِّرة للحضارة وكانت تتحقَّق من خلال اتفاقيات تعاونية. كان الفينيقيون من أبرز التجار الأوائل في منطقة الشام من الهلال الخصيب. وبدلًا من أن يصبحوا إمبراطورية كبرى تبني مدنًا عظيمة، مثل الإغريق والرومان، بنى الفينيقيون أوَّلَ شبكة تجارية قائمة على معرفتهم بالتاريخ الطبيعي، والقدرة على استغلال الموارد، وأسطول الإبحار. وقد سيطروا على التجارة في البحر الأبيض المتوسط ثلاثة آلاف سنة (الشكل 2.5).



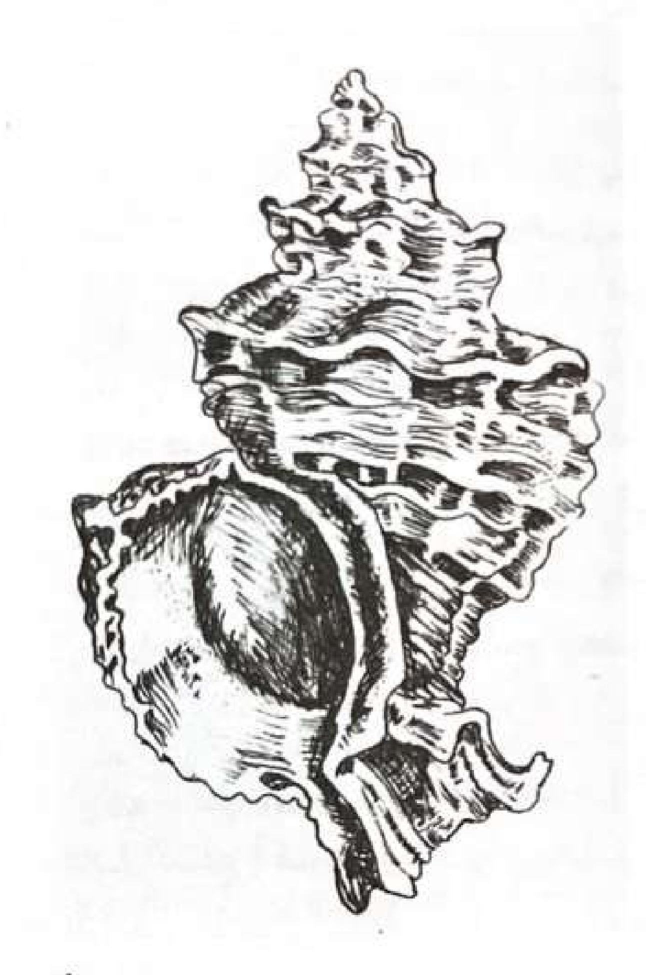
شكل 2.5: شبكة التجارة الفينيقية. بَدلًا من بناء مُدُن تذكارية، بسط الفينيقيون هَيمَنتَهم على البحر المتوسط وموارده من خلال إنشاء شبكة تجارية تعاونية واسعة النطاق. الرسم الأصلي على أساس مصادر المجال العام.

كانـت بدايـة الفينيقيـين متواضِعـةً، يجمعـون قواقـع الموريكـس عـلى النتـوءات الصخريـة لسـواحل الشـام عـن طريـق تأصيـل تاريخهـم الطبيعـي. وقواقـع الموريكـس مـن كائنـات الميـاه الضحلـة المفترسـة، وتعيـش عـلى الشـواطئ الصخريـة المعتدلـة عـبر الكـرة الأرضيـة. وهـي تفـترس البرنقيـل وبلـح البحـر عـن طريـق حفـر ثقـوب دقيقـة تشـبه عمـل المثقـاب في دروع أو أصـداف كربونـات الكالسـيوم الواقيـة لضحاياهـا، وتفـرز بالتبـادُل مـع هـذا حمضًـا خفيفًـا لإذابـة الأصـداف، ثـم تزيـح القـشرة المخفَّفـة وتُجوِّفهـا بلسـانها المُسـنَّن. ومـا أن يخـترق الثقـب القـشرة، تحقـن كيسًـا مـن السُّـمِّ الأرجـواني السـائل؛ مـمًّا يـؤدي إلى تسـييل الأنسـجة الرخـوة، والتـي يتـمُّ بعـد ذلـك إخراجهـا بواسـطة خرطـوم الحلـزون مثـل شُرب اللـبن المخفـوق مـن خـلال قصبـة الامتصـاص أو الشـفَّاطة. بعبـارة أخـرى، تتوافـق حلزونـات الموريكـس بدقَّـةٍ مـع قصتنـا عـن الحيوانـات المفترسـة المتطـوِّرة للغايـة، والتـي طـوَّرَت أسـلحة متقدمـة تـمَّ شـحذها لاخـتراق دفاعـاتٍ لا يمكـن اختراقهـا. وتُحصـد قواقـع الموريكـس بسـهولة لأنهـا تهاجـر سـنويًّا إلى نفـس المواقـع في تجمُّعـات تكاثُـرٍ ضَخمَـة، حيـث تضـع المئـات إلى الآلاف مـن القواقـع أكيـاس البيـض في عناقيـد مكثفـة.

أدَّى استكشـافي لشـواطئ بيوجـت سـاوند الصخريـة أثنـاء سـنوات نشـأتي، إلى معرفة جيـدة بالحلزونـات، بمـا يشـمل أيـن ومتـى أجـد تجمُّعـات تكاثرهـا ومحاضن كبسـولات البيـض الشـفافة التـي تحتـوي عـلى أجِنَّـة الحلـزون الناميـة. اكتشـفت الصخـور التـي كانـت بمثابـة حضاناتهـا السـنوية، وتعلَّمـتُ عـدم وضعهـا في جيبـي، لأنهـا يمكـن أن تترك بُقعَـةً أرجوانيـة عـلى سروالي تشـكو أمـي مـن صعوبـة إزالتهـا. لقـد تعلَّـم الفينيقيـون هـذه الأشـياء نفسـها عـن تجمُّعـات حلـزون الموريكـس عـلى شـواطئهم منـذ 3000 سـنة ق.م؛ مـمًّا مَكَّنهـم مـن اسـتغلال أعـداد كبـيرة مـن القواقـع بكفـاءةٍ وإطـلاق أول إمبراطوريـة تجاريـة وإطـلاق أول شركـة لتجـارة الحلـزون (شـكل 3.5).

لبنـاء شـبكتهم التجاريـة، اكتشـف الفينيقيـون كيفيَّـة اسـتخدام السـائل الأرجـواني في الأكيـاس السـامَّة لهـذا الحلـزون لإنتـاج صبغـة أرجوانيـة عميقـة للأقمشـة (حتـى الاسـم الفينيقـي مُشـتَقٌّ مـن كلمـة phionios اليونانية القديمـة التي تعنـي "أرجواني"). وحتـى القـرن التاسـع عـشر، عندمـا ابتكـرت شركـة الكيماويـات الألمانيـة BASF إنتـاج الأصبـاغ الاصطناعيـة مـن قطـران الفحـم؛ مـمًّا أدى إلى تحـوُّل الكيميـاء مـن مجـرَّد السـعي الأكاديمـي إلى مُحـرِّك صناعـي، كانـت جميـع أنـواع الأصبـاغ للقـماش تُنتَـج مـن

أصل نباتي وحيواني. كانت الموارد التي تتكوّن منها هذه الأصباغ نادرة، ومُكلِفة، وتُستَنفَد بسهولة، ومطلوبة بشدَّة. ونظرًا لندرتها؛ كان اللون الفينيقي ذا قيمة خاصة، وكان مَطمَعًا للنُّخبة في اليونان وروما وأماكن أخرى كرمز للسُّلطة والثروة. وعلى سبيل المثال، قام قيصر بتصنيف اللون الأرجواني كرمز للسُّلطة من خلال تمرير قوانين ضابِطةٍ تحظر على غير أعضاء مجلس الشيوخ ارتداء عباءات ذات حواف أرجوانية. وفي أماكن أخرى، كان ارتداء اللون الأرجواني مقصورًا على قِلَّةٍ مختارة وفقط في أيام مُعيَّنة من العام. ولصُنع اللون الأرجواني، كان الفينيقيون يحصدون قواقع الموريكس، ويسحقون أصدافها، ثم يقومون باستخراج الأكياس السامة وتجفيفها تحت أشعة الشمس قبل طحنها على شكل مسحوق ناعم. كان صُنع رطلٍ واحد من الصبغة الجافَّة للتصدير يتطلَّب 250 ألف حلزون، وأدى استهلاك هذه الكميات الهائلة إلى استنزاف أعداد القواقع المحلية بسرعة. واليوم، قد يستغرق الأمر شهورًا لجمع هذا العدد الكبير من القواقع في البحر المتوسط، وربما لن يمكن ذلك؛ نتيجة آلاف السنين من الاستغلال المفرط الذي أدَّى إلى تدهور الموائل. في الآونة الأخيرة، قضيتُ ما يقرب من سِتَّة أشهر من البحث كل يوم على شواطئ جزيرة سردينيا، ولم أشاهد قوقعةً موريكس واحدة. ولكن اليوم، في مواقع المستوطنات الفينيقية القديمة مثل صور وصيدا، والتي بُنيت على الشواطئ الصخرية لاستغلال هذه القواقع، لا يزال من الممكن العثور على أكوام كبيرة من صدفات القواقع المُهشَّمة، بعد آلاف السنين من حصاد هذه القواقع لصُنع صبغة(104).

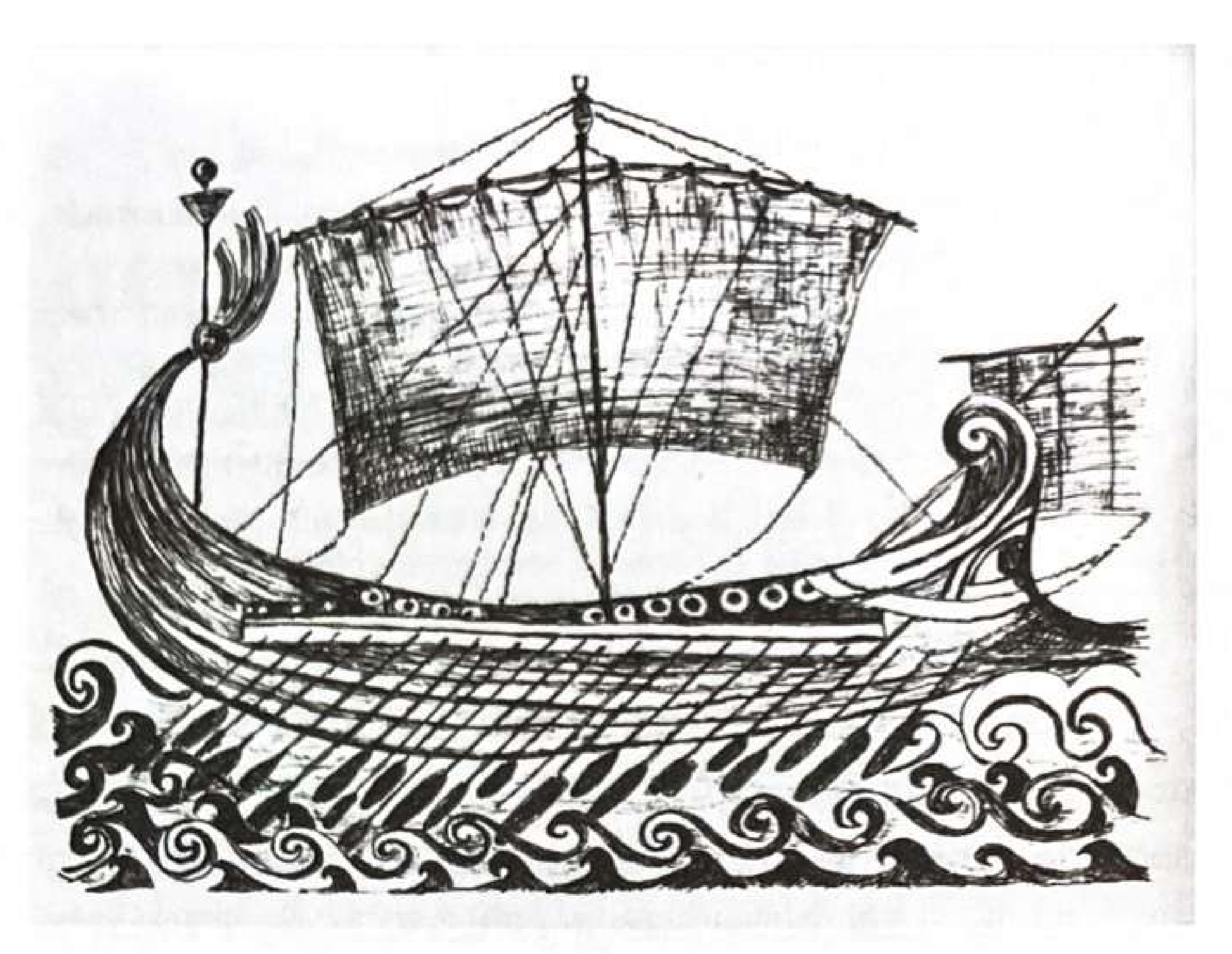


شكل 3.5: حلزون الموريكس (العائلة: Muricidae)، مصدر صبغة صور أو الصبغة الأرجوانية الفينيقية، والتي كانت تُصنَع عن طريق سحق آلاف القواقع ثم تجفيف وطحن غُدَدها السَّامَّة. كان "الأرجوان الملكي" يتمتَّع بقيمة كبيرة كقيمة الذهب في البحر المتوسط القديم، وكان أساس الإمبراطورية التجارية الفينيقية. الرسم الأصلي على أساس الفن العام.

بالإضافة إلى تنقيب الشواطئ بحثًا عن مشاتل الموريكس، كان صيد هذه الحلزونات يتطلَّب مصائد ذات طُعم شبيهة بمصائد سرطان البحر. تعيش حلزونات الموريكس من سِتٍّ إلى سبع سنوات، وعادت في المياه الضحلة؛ لذلك تعرَّضَت سريعًا للانقراض في البيئة المحلية للفينيقيين؛ ممَّا أجبرهم على النزول إلى المياه العميقة للحصول عليها. وكلما استُنفِدَت بُقعَةٌ غَنيَّة من موارد الحلزون، انتقل الفينيقيون على شواطئ البحر المتوسط، وعلى طول ساحل شمال إفريقيا. وبعد هذا المسار من البحث عن فُتات الخبز الحلزونية، أصبح الفينيقيون مستكشفين للموارد البحرية. تطلَّبَت تجارتهم البحرية سفنًا قوية وموثوقة، فقاموا ببنائها باستخدام خشب الأَرز اللبناني القوي. وأثناء قيامهم بحصاد قواقع الموريكس وغابات الأَرز، طوَّر الفينيقيون مهارات الملاحة والإبحار في المحيطات؛ ممَّا أتاح لهم ارتياد البحار وتطوير موارد جديدة، بالإضافة إلى الوصول لشُرَكاء تجاريين جُدُد. فاستوردوا أخشاب الأرز والصنوبر من سواحل شمال إفريقيا لتعويض الأرز اللبناني، الذي يقتصر وجوده اليوم على عددٍ محدود من الموائل، كما أنه مُعرَّضٌ للخطر بسبب تغيُّر المناخ. قادهم هذا النجاح إلى تشغيل شبكة تجارية تعاونية

على مستوى البحر المتوسط بإدارة أسطول كبير قوامُه مئات السفن التجارية، إلى جانب السفن الحربية لحماية طرقهم من القراصنة(105).

أنشأ الفينيقيون مراكِزَ تجارية بعيدة في إفريقيا وإسبانيا وقبرص وسردينيا. بالإضافة إلى الصبغة الأرجواني، تدفَّقَت عبر شبكاتهم التجارية سِلَعٌ أخرى، مثل العاج، وجلود الحيوانات البرية، بل والعبيد أيضًا. ومن أجل نقل البضائع، احتاج التُّجَّار إلى حاوياتِ تخزينٍ جديدة؛ ممَّا أدى إلى تطوُّرات أخرى مثل الزجاج للأوعية التي يُنقل بها النبيذ وزيت الزيتون والحبوب. من المحتمل أن الزجاج اكتُشِف مُصادَفةً عندما جمعت النار الساخنة بين البوتاس والرمل، وصبغه الفينيقيون باللون الأزرق لصنع الأواني الزرقاء التي تُعتَبر شعار براعتهم التجارية. تغيَّرَت العبودية أيضًا بسبب التجارة: كانت العبودية في السابق من نتائج الحروب، فأصبحت نتيجةً جانبية لاحتياجات العمل المتزايدة في عصر النمو السكاني السريع. ويبدو أن الفينيقيين كانوا أوَّلَ تُجَّارٍ للرقيق، حيث اشتروا العبيد الذين كانوا غنائم في حروب القبائل الإفريقية مقابل سلع أخرى، وقاموا ببيعهم عبر البحر المتوسط. وقد استخدموا أيضًا قوة 120 من الرقيق كمحركٍ لدفع القوارب الفينيقية الشهيرة ذات الطابقين (شكل 4.5). كان العبيد يُستَخدمون كعُمَّال وخَدَم وجنود. وقد احتاجت الإمبراطورية الرومانية، في ذروة صعودها، إلى ما يقرب من نصف مليون من الرقيق(106).



شكل 5-4: السفينة البحرية المبتكرة التي أتاحت للفينيقيين إنشاء شبكة من طرق التجارة والسفر التعاونية في البحر المتوسط وعلى طول الساحل الغربي لإفريقيا. الرسم الأصلي على أساس المجال العام.

إذا كان الفينيقيون قاموا بتسويق العبودية، فإن الڤايكنج صنعوها، حيث كانوا يهاجمون المدن الأوروبية على شواطئ البحار وضفاف الأنهار للحصول على البضائع ويستخدمون العنف لخطف البشر وبيعهم كعبيد في جميع أنحاء العالم. كان الڤايكنج الأوائل في العصور الوسطى ينهبون مدن أوروبا الشرقية على ضفاف الأنهار كنشاط صيفي أثناء انتظارهم لنُضج المحاصيل في حقولهم، لكن تجارة الرقيق أصبحت مَحطَّ تركيزهم؛ حيث كانت أكثر رِبحيَّةً لهم. تم تداول العبيد مقابل العمل والخشب والملح للحفاظ على الإمدادات القابلة للتَّلَف. كان الڤايكنج يهاجمون المناطق الريفية الضعيفة، قليلة الدفاعات، في جنوب روسيا، حيث كانوا يخطفون السِّلاڤيين، وهم مجموعة عِرقيَّة ولغوية كاملة ارتبط اسمها الاشتقاقي ("Slav") بماضيها؛ حيث كانت هدفًا للاسترقاق، ويتاجرون بهم مع أوروبا الشرقية وملوك الفُرس. ورغم انتهاء العبودية قانونًا في منتصف القرن التاسع عشر بعد

التشكيك الأخلاقي الذي بدأ في القرن الثامن عشر، إلَّا أن قيمتها في عالم الموارد المحدودة تعني أنها حتى اليوم لا تزال شائعة في السوق السوداء(107).

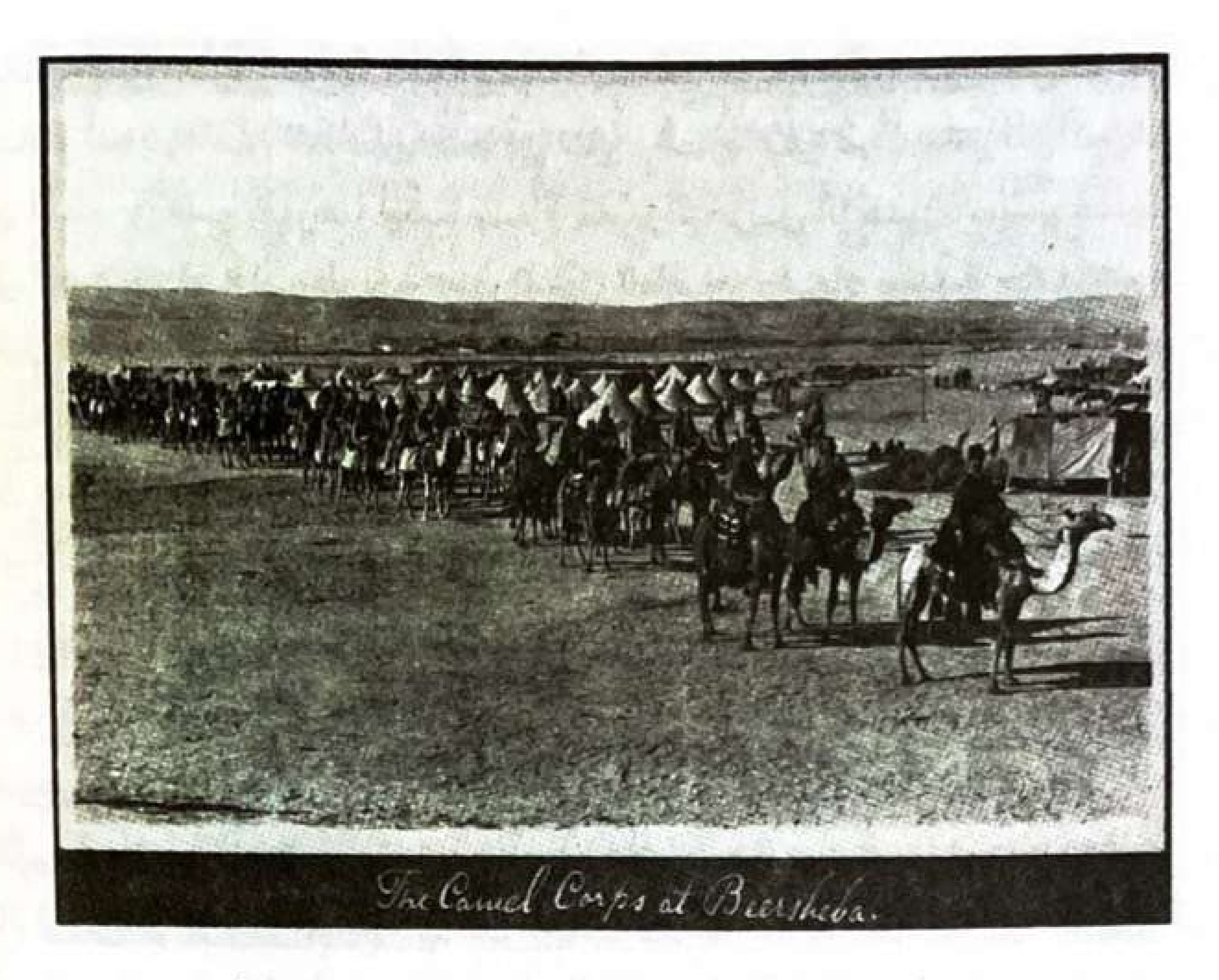
التجارة البَرِّيَّة

بينما كان الفينيقيون يُطوِّرون طرق التجارة البحرية عبر البحر الأبيض المتوسط ، كافَحَت شبكات التجارة التعاونية البرية بسبب صعوبة نقل البضائع والتجار على الأرض. تم حَلُّ هذه المشكلة اللوجستية في نهاية المطاف عن طريق التعاون: أي من خلال تدجين الخيول والجمال، ولا يزال الاعتماد المتبادَل بين الإنسان وهذه الحيوانات غيرَ مفهوم تمامًا على الرغم من الأهمية الحيوية لها في تطور الحضارة. أدى استئناس القبائل البدوية للخيول في سهوب شبه جزيرة الأناضول إلى نشأة اقتصاد رعويٍّ قائم على الرعي واستغلال اللحوم ومنتجات الألبان والجلود والصوف، بدلًا من الزراعة. حدث تدجين الخيول حوالي 5000 ق.م، وانتشر بسرعة عبر أوراسيا؛ ممَّا أدى إلى تغيير وسائل النقل، والتجارة، والثقافة، والحرب. وحدث تدجين الجِمال في نفس الوقت تقريبًا في الهلال الخصيب، رغم أن الجِمال تطوَّرَت أصلًا في الأمريكتَيْن، وشقَّت طريقها من أمريكا الشمالية إلى آسيا عبر جسر بيرنج البري.(108).

تمَّ استخدام الجِمال في البداية لِلُحوم والألبان والمنتجات الجلدية، لكن سرعان ما ظهرت قيمتها كوسيلة للنقل وكحيوانات للتعبئة في المناطق الصحراوية بالقرب من البحر المتوسط وفي إفريقيا. تتكيَّف الإبل بدرجة كبيرة مع الحياة في البيئات الصحراوية القاسية؛ ممَّا جعلها حيواناتٍ مثاليَّةً لحمل أعباء المناطق شاسعة الامتداد مثل الصحراء الكبرى في شمال إفريقيا أو صحراء جوبي، التي تُغطِّي نصف مليون ميل مربع في ظل جبال الهيمالايا، وهي جبال عالية جدًّا لدرجة أن غيوم المطر لا يمكن أن تعبر فوقها دون الإفراج عمَّا تحمله من أمطار. تمتلك الإبل فتحات أنف قابلة للغلق، وصفًّا مُزدَوَجًا من الرموش الطويلة، وشعرًا كثيفًا في آذانها لمنع الرمال ؛ ولها أقدام كبيرة ثنائية الأصابع وذات وسادات لحمية لتوزيع وزنها مثل أحذية الثلوج؛ وكذلك وسادات للرُّكبة تتيح لها الركوع على الكثبان الرملية الساخنة. ولديها عملية تمثيل غذائي خاصَّة تُمكِّنها من الاحتفاظ بالمياه،

وكذلك البول المُركّز، وأيضًا تجويف الأنف طويل ليتمكَّن من تكثيف بخار الماء وإعادة تدويره من التنفُّس، كما أن لديها قُدرَة على شُرب وتخزين كميات كبيرة من الماء. ويعلو ظهرها أيضًا سَنامٌ مُميَّز لتخزين الدهون؛ ممَّا يجعلها قادرة على الصمود لفترات طويلة دون تناوُلِ الطعام، وشفاه جلدية حتى تتمكَّن من تناول نباتات صحراوية صلبة وشوكية وذات حماية جيِّدة. ولا عجب أنها استمرَّت تُستخدم في القوافل التجارية حتى وقت قريب، أي حتى ظهور القطارات وغيرها من وسائل النقل الآلية منذ حوالي 150 عامًا (الشكل 5.5). لقد كانت الإبل شريكًا مثاليًا تبادليًا ساعد أسلافنا في التغلُّب على البيئات الصحراوية(109).

بالنسبة للخيول، طالما دار الجَدَلُ حول هل حدث تدجين الخيول مرة واحدة أو عدة مرات؟ أو هل كانت المعرفة بتدجين الخيول نفسها قد نُشِرَت وانتشرت في جميع أنحاء أوراسيا، ممَّا أدى إلى أحداث تدجينٍ مُتكرِّرة؟ كشفت الأدِلَّة الجينية والأثرية مؤخَّرًا أن الخيول تمَّ تدجينها لأول مرة من أجل لحومها- فقد كانت قبائل البدو الرُّحَّل المبكِّرة في كازاخستان وتركيا الحالية بحاجة إلى الخيول كمصدر قيِّم للبروتين في الشتاء، يساعد على البقاء على قيد الحياة في بيئة قاسية، وعلى عكس الأغنام والماعز، يستطيع الخيل أن يحفر في الثلج بحثًا عن الطعام. وبمرور الوقت، أصبحت الخيول عبئًا ثقيلًا؛ عُثِر على بعض الهياكل العظمية للخيول تعود إلى حوالي 3500 ق.م، تشير بعض آثار التآكُل في أسنانها إلى استخدام اللجام في ذلك الوقت. ومع انتشار الخيول المستأنسة عبر أوراسيا، تزاوَجَت مع الخيول البَرِّيَّة؛ ممَّا ولَّد هجائن قويَّةً أكثر جاذبية للتدجين. وكما حدث مع ترويض الإبل، أدَّى التعاون المتبادَل بين الإنسان والخيول، أو تدجين الخيول، إلى هيمنة الإنسان على الأراضي الشاسعة غير المنتِجَة في السهوب الأوراسية، مع تسهيل التجارة عبر الأرض على نطاق قاري(110).

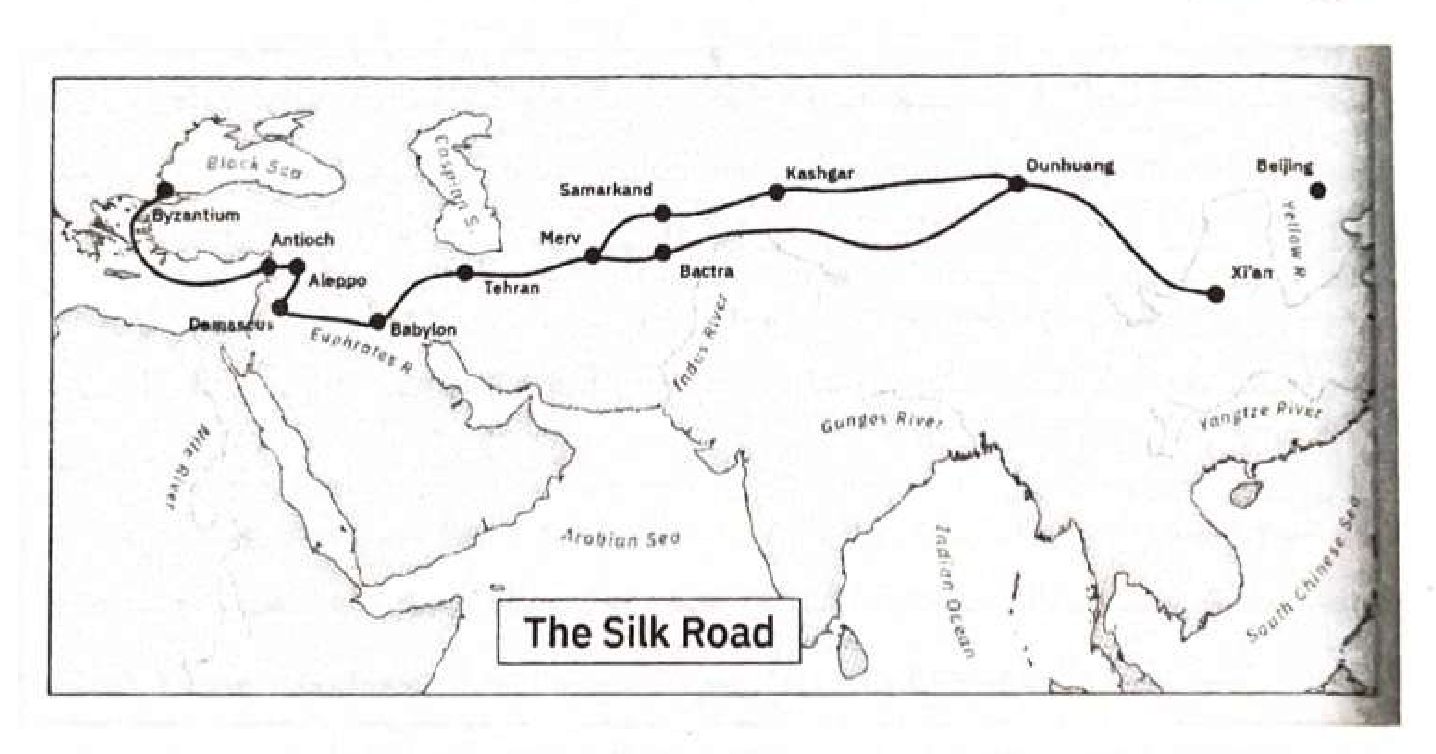


شكل 5.5: استمرَّ استخدام قوافل الجِمال منذ العصور القديمة حتى أوائل القرن العشرين لنقل الموارد مثل الملح والمعادن الأخرى من وإلى القارة الإفريقية، وكذلك للحرب. تصوير: الحرب العالمية الأولى في فلسطين وسيناء (Photograph: World War I in Palestine and the Sinai, by John D. Whiting, Lewis Larsson, and G. Eric Matson (ca. 1914-1917), Papers of John D. Whiting, Library of Congress, Prints and Photographs Division).

في تلك المرحلة، استغرق استخدام الخيول لسحب العربات والمركبات والتحرُّك بسرعة عبر المسافات الكبيرة أقلَّ من خمسمائة عام لينتقل من تركيا إلى روما والصين. تم تسهيل هذا الانتشار الثقافي السريع من خلال شبكة التجارة العظيمة التالية: طريق الحرير الذي ربط بين أوروبا والصين اقتصاديًّا وثقافيًّا، على الأقل حتى قامت الإمبراطورية التجارية الإسبانية العالمية في القرون من السادس عشر حتى الثامن عشر بفتح المحيط الأطلنطي لمزيد من استغلال الموارد. كثيرًا ما يشير المؤرخون إلى زيارةٍ قام بها سفيرٌ صينيٌّ إلى آسيا الوسطى في القرن الثاني قبل الميلاد بحثًا عن موارد جديدة عند افتتاح شبكة التجارة على طريق الحرير: قبل

ذلـك، كانـت الحضـارات الصينيـة القديمـة معزولـةً (ومَحميَّـةً) عـن البحـر المتوسـط بسـبب جبـال الهيمالايـا. وكان الصينيـون مُهتَمِّـين بشـكل خـاص بالخيـول المستأنسـة، التـي حصلـوا عليهـا عـن طريـق تجـارة الحريـر(111).

كانـت الطـرق التجاريـة العديـدة عـلى طريـق الحريـر بالِغـةَ الأهميـة في تطويـر الحضـارة البشريـة، وتعظيـم اسـتغلال المـوارد، وخلـط الثقافـات والتقنيـات التـي تطـوَّرَت بشـكل مُسـتقلٍّ. بـدأت هـذه الطـرق بشـكل متواضِـع كمسـارات لتبـادُل التوابـل والشـاي والتـي انتـشرت عـبر الأرض مثلـما حـدث مـع صناعـة الأدوات الحجرية في عصـور مـا قبـل التاريـخ، وأصبحـت في النهايـة وسـيلةً قويَّـةً لتبـادُل السِّـلع والأفـكار والأمـراض التـي مـن شـأنها أن تُغـيِّر العالَمَـيْن: الأوروبي والآسـيوي (الشـكل 6.5). حملـت الجِـمال والخيـول البضائـعَ عـلى طـول طـرق التجـارة البريـة القويـة لآلاف السـنين، وأدَّت الحاجـة إلى حمايـة التجـارة مـن القراصنـة الرُّحَّـل إلى التحصينـات ومحطَّـات الطُّـرق التـي تطـوَّرت بمـرور الوقـت إلى سـور الصـين العظيـم. كان التـوازن بـين مزايـا التجـارة التعاونيـة وأضرار التنافـس الدفاعـي حـاضِرًا في كل مـكان أثنـاء تطوُّر الحضارة.



شـكل 6.5: ربَـطَ طريـق الحريـر بـين العالمـين الأوروبي والآسـيوي مـن خـلال التجـارة في السـلع والتكنولوچيـا والتأثـيرات الثقافيـة ومُسـبِّبات الأمـراض. الرسـم الأصـلي عـلى أسـاس مصـادر المجـال العـام.

عُرفت أربعة آلاف ميل أو نحو ذلك من طرق التجارة على طريق الحرير بهذا الاسم بعد تدجين ديدان القَزِّ وإنتاج الحرير على أيدي الصينيين حوالي 3000 ق.م. ومثل الفينيقيين الذين حوَّلوا حصادهم من قواقع الموريكس نقودًا، قام الصينيون بتسويق قيمة وإنتاج دودة القز. ولكن بينما أفرط الفينيقيون في استغلال مواردهم، قام الصينيون بتدجين ونشر وصناعة ديدان القز وإنتاج أقمشة الحرير. لم تَعُد ديدان القز موجودةً في الطبيعة لأن آلاف السنين من التدجين جعلتها تعتمد كُلِّيًا على التدخُّل البشري. فقَدَت هذه الديدانُ أجنِحَتَها، ولم يَعُد بإمكانها الطيران أو العثور على غذائها من أوراق التوت بنفسها. لقد اختيرت عَمدًا لإنتاج كميات كبيرة من الحرير، ولم تَعُد تقتصر على أشجار التوت الآسيوية، ولها توزيعٌ عالمي تقريبًا. لكن بدون مساعدة بشرية، سيموت هذا النوع وينقرض. إذن، تُعدُّ ديدان القَزِّ مثالًا على التدجين الالتزامي أو التبادُلي، والذي يختصُّ بالأنواع التي أصبح بقاؤها يعتمد تمامًا على البشر. وهي نبات الهندباء والجرذان والقراد.

بالنسبة لشعوب البحر الأبيض المتوسط، كان الحرير فريدًا وساحرًا لدرجة أن أساطير غريبة نشأت حول أصوله، مثل أنه نما على الأشجار أو كان لحاءً. كانت حقيقة الحرير سِرًّا تكنولوجيًّا يُحاط بحماية شديدة في العالم القديم حتى كشف التجسُّس الصناعي مصدرَ المادة. ومثل الصبغة الأرجوانية عند الفينيقيين، أصبح الحرير أيضًا قماشًا مُخصَّصًا للطبقة الأرستقراطية ورمزًا للثروة. عندما كانت الإمبراطورية الرومانية في ذروتها، أصبح الحرير سِلعَةً مُترَفة عالية القيمة، حتى أن القوانين كانت تُحدِّد مكان وكيفية ارتدائه؛ ذلك أنه كان يكشف الكثير من الجسد(112). وأصبح أول منتج تجاري يصنَّف كأعلى قيمة لسلعة تبادُليَّة. أضافت الصين صادراتها الحريرية إلى الشاي والتوابل والابتكارات التكنولوجية مثل الأدوية والسجاد والذهب والزجاج. ومع زيادة القرصنة والضرائب، شُقَّت طرق بديلة، ونَمَت على مسارها محطَّات الطريق للراحة. وبحلول الوقت الذي أصبحت فيه الإمبراطورية الرومانية تشرف على شبكة الطرق، كانت حتى خدمات البريد عالية السرعة موجودة.

ومع ذلك، كان للتجارة على طول طريق الحرير تكاليف جانبية باهظة: ألا وهي انتشار الأمراض. لقد عرَّضَت طرق التجارة الجديدة السُّكَّانَ من البشر إلى

الميكروبات الأجنبية والمتعايشات التي لم ينشؤوا معها؛ ممّا تسبّب في أوبئة قتلت الكثير من الناس، وأدى هذا إلى إعادة ترتيب النسيج الاجتماعي عبر الثقافات الأوراسية. أدّت تجارة طريق الحرير والتجارة الرومانية، بالإضافة إلى تزايد الكثافة السكانية، إلى ظهور وباء الطاعون في القرنين الخامس والخامس عشر الميلاديين. هذا المرض، الذي سُمّي بالموت الأسود، دمّر السُّكّان، وقتل ما يقرب من ثلث الناس في العالم القديم، ومسح مدنًا بأكملها، وضرب مراكِزَ سُكّانية كبيرة أخرى بعنف لا مثيل له. وقد أظهرت الأدِلّة الجزيئية الحديثة أن الموت الأسود نشأ في الصين وانتشر بالتحديد على طول طريق الحرير(113).

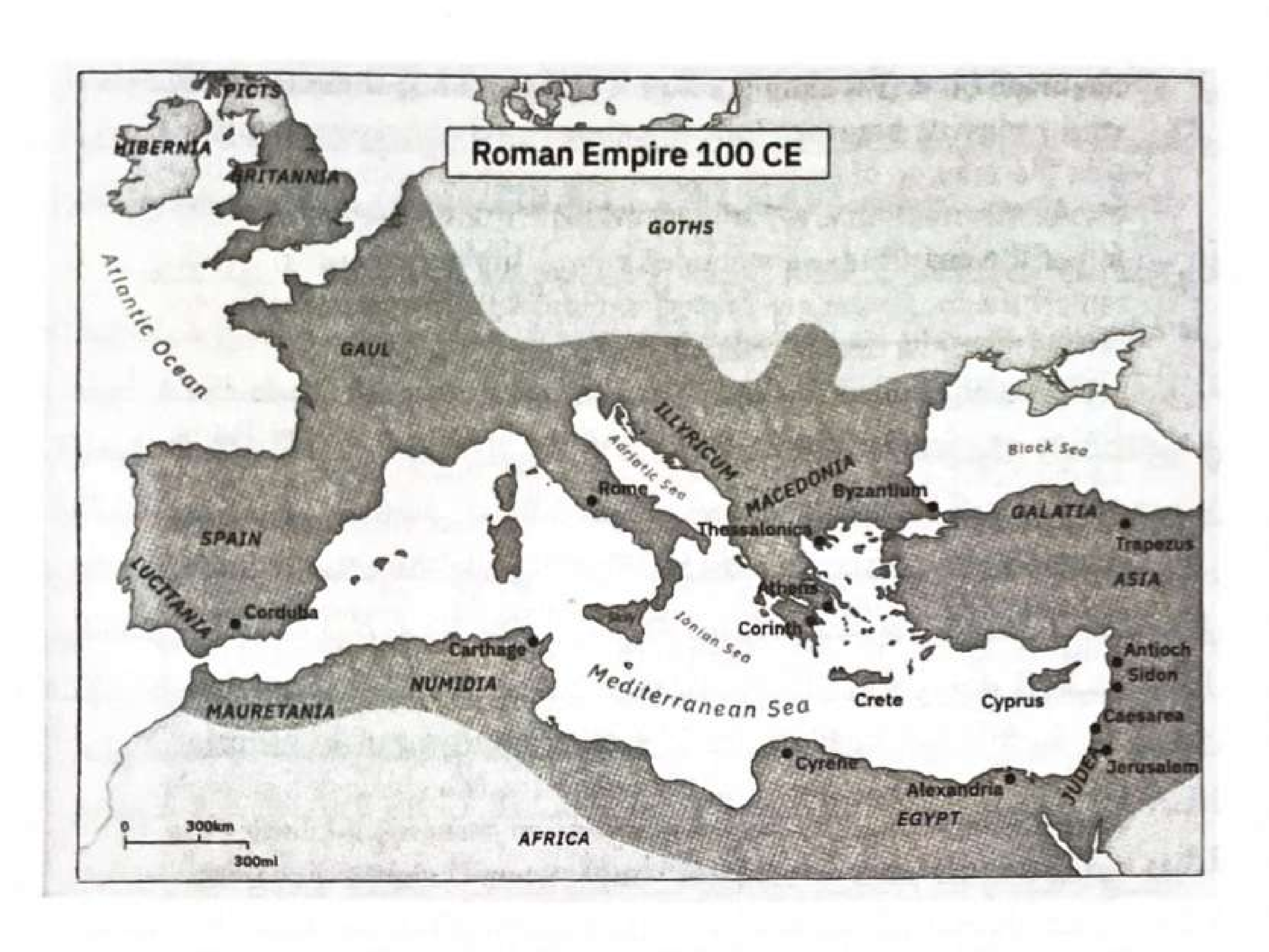
الطُرَق الرُومانيّة

رغم التكاليف التي لا نراها بدقّةٍ إلّا بعد فوات الأوان، فإن فوائد عالَمٍ أكثر ارتباطًا ويسهل اجتيازه كانت واضحة. فكر في أهمية التجارة للإمبراطورية الرومانية، والتي نشأت من مزيج من التعاون والحملات الحربية الناجحة لإنشاء مدينة مركزية كبيرة وشبكة تجارية واسعة. سيطرت الإمبراطورية الرومانية على حوض البحر المتوسط وأوروبا لأكثر من سبعة قرون. غذت التجارة ازدهار عاصمتها وسمحت لها بتوسيع نفوذها برًّا وبحرًا. امتدت الإمبراطورية الرومانية من شمال إفريقيا إلى الجزر البريطانية، ومن شبه الجزيرة الأيبيرية إلى الإسكندرية وأنطاكية، واستخدم الحُكّام الرومان مزيجًا من الاستراتيجية الدبلوماسية والإرهاب العسكري لتشكيل شبكة من الطرق والبنية التحتية الحكومية في أنحاء الغرب. أتاح ذلك لروما السيطرة على أبعد أراضي إمبراطوريتها، وتبادُل التجارة والاتصالات مقابل الضرائب. كانت كل هذه السيطرة والتوسُّع والضرائب لصالح روما، المدينة التي أصبحت بحلول عام 200 م عاصمةً لأكثر من مليون نسمة، وتجاوَزَت كثيرًا الإمدادات المحلية والإقليمية المتوفِّرة.

وللحفاظ على الحياة المتميزة لأولئك الذين يعيشون في أرقى مدينة في العالم، فقد تطلب الأمر إمبراطوريّةً كاملة مليئة بالشبكات التجارية المؤدية إلى المركز(114). (فعلى أية حال، كانت روما أحد أكثر الأمثلة المبكرة تطرُّفًا لنُخبَةٍ قليلة ذات ثراء فاحش تُدعِّمها الجماهير الزراعية من الفلاحين والعبيد- التفاوُت

الاقتصادي في أفضل حالاته). في سنة 300 ق.م، شُقَّت الطرق الأولى لهذه الشبكة التجارية، لتكون مُتمِّمةً للتجارة البحرية للإمبراطورية ولتلك الطرق التي ورثها الرومان في الحروب مع الدولة الفارسية، وامتدَّت من روما إلى مدينة برينديزي الساحلية على البحر الأدرياتيكي. كانت هذه الطرق، التي يبلغ طولها 350 ميلًا (560 كم)، تربط روما بطرق التجارة البحرية الفينيقية التي سيطرت عليها روما في حروب قرطاجة للاستيلاء على الأصول الفينيقية.

مع توسُّع الإمبراطورية، ظهرت رغبة متزايدة في الحصول على الموارد والبضائع، والسِّلع الفاخرة على وجه الخصوص، غير الموجودة بالقرب من روما نفسها. كانت الطرق العامة في روما هي الحل لتحقيق هذه الرغبات، وقد بقيت تبعات هذه الطرق زمنًا أطول من الإمبراطورية نفسها. على مسافات تبعد كل منها سبعة وعشرين ميلًا (44 كم)، كان المسافرون يجدون محطَّات طريق للراحة والطعام، وخدمة البريد السريع لنقل الرسائل بمعدَّل سرعة خمسين ميلًا (80 كم) تقريبًا في اليوم. وظهرت، في المراكز التجارية الهامة على وجه الخصوص، شبكة تصميمات للأحياء السكنية والمباني الحكومية والحمَّامات العامة. كل هذا نَشَرَ الحضارة، بما في ذلك القانون والنظام والحُكم المركزي، إلى مناطق كانت بعيدةً عن التطوُّرات في مدينة روما التقدُّميَّة (شكل 7.5).



شكل 7.5: الإمبراطورية الرومانية في ذروة قوتها وتأثيرها. الرسم الأصلي على أساس مصادر المجال العام.

توسَّع نظام الطرق العامة الرومانية ليشمل ما يقرب من 50,000 ميل (80,000 كم) من الطرق المرصوفة بالحجارة والمزوَّدَة بالمصافي، لم يكن عرض الطريق يقلُّ عن خمس عشرة قدمًا (5 أمتار). ومثل الإنترنت اليوم، أو تلفزيون الكابل على مدار العقود القليلة الماضية، زادت هذه الطُرُق من انتشار الثقافة (والاعتراف بوجود وغياب المساواة الاقتصادية) عبر الإمبراطورية. تضمَّنَت آثار استغلال الموارد في هذه الحالة فهم عواقبه الثقافية والاجتماعية، والاعتراف بمَن استفاد من هذا العمل. جادل المؤلِّف توماس فريدمان Thomas Friedman الحائز على جائزة بوليتزر بأن التواصُل العالمي جعل كلًّا من الأغنياء والفقراء على دراية بالفوارق الهائلة في الدَّخل ونوعية الحياة ؛ كانت الطرق السريعة الرومانية مثالًا مبكرًا على هذا "التبسيط" للمجتمع الذي نراه يزدهر في عصر

معلومات الهواتف الذكية اليوم(115). ويمكن القول بأن هذا التبسيط أدى إلى سقوط الإمبراطورية نفسها، عندما كان التوسُّع بعيدًا للغاية عن مركز الحُكم، أدّى جشَعُ الحاكم إلى زرع الاستياء المتزايد بين الشعوب المحتلّة.

بعد انهيار الإمبراطورية الرومانية في القرن الخامس، ظهرت الإمبراطورية البيزنطية في القسم الشرقي من الإمبراطورية الرومانية، وسيطرت على التجارة على طول شبكة طريق الحرير- واستمرّت سيطرتها على الأقل حتى ظهور الإمبراطورية المغولية. كان المغول أحفاد البدو الرُّحَّل الذين دجّنوا الخيول، واستطاعوا في ذلك الوقت السيطرة على شبكات طريق الحرير في أوراسيا كمحاربين مرهوبين يمتطون الخيول. حكم المغول، في البداية بقيادة چنكيز خان، شبكة التجارة لأكبر إمبراطورية برِّيَّة من بلدان متجاورة في تاريخ البشرية، من الهلال الخصيب إلى الإمبراطورية الصينية، لمدة قرنين من الزمان(116). كان ذلك يرجع إلى قُدرَة المغول على استغلال نقاط القوة في نظامهم البيئي، وتسخير قوة الجماعة، حتى لو كانت عضوية تلك الجماعة قَسريَّةً. فبينما أصبحت الحضارات الأخرى مُحاصَرةً في أنماط حياتها الزراعية المتوطِّنة، اكتسب المغول فهمًا وثيقًا بالخيول والجغرافيا وبيئة السهوب القاسية. ومثل الفينيقيين قبل آلاف السنين، ركَّز المغول على التجارة بدلًا من بناء مُدُنٍ صرحية ضخمة. لقد فضَّلوا السيطرة على المجتمعات الأخرى من خلال الخوف، وحملوا معهم معظم خيامهم وممتلكاتهم القَيِّمة؛ ممَّا يعكس جذورهم الثقافية كقبائل من البدو الرُّحَّل. لكن بحلول أواخر العصور الوسطى، كانت الرحلات البحرية الاستكشافية، التي انطلقت من أجل إيجاد طُرُقٍ جديدة للأسواق الآسيوية، على أشُدِّها- وسوف تكسر هذا الاحتكار التجاري المبكِّر.

عصر الاستكشاف

عندما بدأ استكشاف البحر في الانفتاح على العالم على نطاق أوسع، كانت التوابل هي السِّلعَة الآسيوية الأكثر رواجًا، حيث كان الأوروبيون بحلول هذا الوقت قد اكتسبوا تقنية تربية دودة القَزِّ اللازمة لصنع الحرير الخاص بهم. أصبحت التوابل شائِعةً بشكل متزايد، وكان الكثير منها يستحقُّ وزنه ذهبًا. كانت التوابل تُستَخدَم لحفظ وطهي الطعام ولأغراض طبِّيَّة وصحية. ذلك أن جميع

نباتـات التوابـل، مـن الفلفـل إلى القرفـة إلى الثـوم، طـوَّرَت طرقهـا الخاصَّـة لحمايـة نفسـها مـن آكِلات الأعشـاب والأمـراض التـي نشـأت معهـا. كذلـك كان لهـا فوائـد للبشر، وأصبحـت عنـاصر تكافُليَّـةً أساسـية في النظـم الغذائيـة البشريـة (سـيأتي المزيـد حـول هـذا لاحقًـا)(117).

بـدأ عـصر الاستكشـاف بدافـع الأمـل في السـيطرة عـلى تجـارة التوابـل واكتشـاف توابـل جديـدة. في هـذه الجهـود، اكتسـبت بعـض البلـدان الأصغـر مثـل هولنـدا، وإسـبانيا، والبرتغـال قـوَّةً غـير مُتوَقَّعـة لأن لديهـا خـبرة بحريـة، وكانـت في موقـع جغـرافي يسـهل منـه انطـلاق البعثـات الاستكشـافية إلى الأطلنطـي، وكان يسـكنها تُجَّـارٌ ومحاربـون مَهَـرَة ومتعاونـون. وكـما فعـل الفينيقيـون قديمًـا مـن تَتَبُّـع وفـرة وتوزيـع القواقـع وأشـجار الأرز عـبر البحـر المتوسـط ، فشـقُّوا طريقهـم تاركـين في أعقابهـم حضـارةً إنسـانية مختلفـة، وجـد مستكشـفو التوابـل الأوروبيـون مـوارِدَ في اكتشـاف مـن شـأنه أن يُحـوِّل مركـز الحضـارة العالميـة إلى الأطلنطـي: العـالم الجديـد.

لم يُغـيِّر اكتشـاف العالَـمَ الجديـدَ التِّجـارةَ فحسـب، بـل أدَّى أيضًـا إلى تغيـير التنـوع البيولوچـي العالمـي والجغرافيـا الحيويـة. فـإذ قامـت الـدول الأوروبيـة بفتـح واسـتعمار أجـزاء مـن العـالم الجديـد، فقـد تسـبَّبَت بالقضـاء عـلى السُّـكَّان الأصليـين مـن خـلال إدخـال أمـراض جديـدة وشَـنِّ العنـف ضـدَّ الاختلافـات الثقافيـة والدينيـة. ورغـم أن الثقافـات الأصليـة في العـالم الجديـد كانـت متطـوِّرَةً مثـل الثقافـات الأوروبية، فقـد نُظـر إليهـا عـلى أنهـا همجيـة بسـبب اختـلاف مـا تقدمـه مـن آلهـة ولغـات وتقاليـد ثقافيـة. لقـد رأيـت بنفسي هـذا السـلوك البغيـضَ المتمركـز حـول العِـرق أثنـاء استكشـاف سـاحل بابـوا غينيـا الجديـدة قبـل أربعـين عامًـا. افـترض الطاقـم عـلى مـتن سـفينة البحـث الخاصـة بنـا أن السُّـكَّان الأصليـين الذيـن قابلناهـم، وكثـيرٌ منهـم لم يـروا الغربيِّـين مـن قبـل، كانـوا أغبيـاء لأنهـم لا يتحدَّثـون الإنجليزيـة. في ذات الوقـت، رأى السُّـكَّانُ الأصليـون في العـالم الجديـد المستكشـفين والغُـزاة الأوروبيـين قذريـن ومصابـين بالقمـل ولديهـم قِيَـمٌ ثقافيـة غـير متوافقـة وأسـلحة فتَّاكـة.

طـوَّر المستكشـفون الأوروبيـون وسـكَّان العـالم الجديـد، كلٌّ عـلى حِـدَة، ثقافاتهـم المتباينـة عـلى مـدار مـا يقـرب مـن عـشرة آلاف عـام؛ لذلـك كان التواصـل والتعـاون بينهـم صعبًـا للغايـة. قـدم الأوروبيـون، الذيـن كان التسـلُّح البـشري لديهـم أقـدم

وأكثر تطوُّرًا من نُظَرائهم من السُّكَّان الأصليين لأمريكا الشمالية، فقدَّموا ثقافاتهم "المتفوِّقة" وأساليب حياتهم الزراعية إلى أمريكا - وفي غضون ذلك نشروا، عن عَمدٍ أحيانًا وعمدًا وقسرًا أحيانًا أخرى، ثقافة العنف والأمراض بين السكان الأصليين. تفوَّقَت المنافسة على التعاون بسبب التفاوت بين أسلحة الحضارتين والفجوة الثقافية الهائلة: لم يكن هذا تفاعُلًا بين جيران مألوفين، بل كان بين بشر فصَلَت بينهما مسافاتٌ واختلافات شاسعة.

سرعان ما أدَّى الصراع إلى خسارة واسعة النطاق للعديد من الثقافات المحلية. مرارًا وتكرارًا، جلب المستكشفون الأوروبيون بسذاجةٍ أمراضًا جرثومية جديدة وقاتلة إلى السُّكَّان الأصليين في أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية وجزر المحيط الهادئ الذين لم تتطوَّر لديهم مناعةٌ ضدها. وكما هو مُتوَقَّع، جلب المستكشفون والمستعمرون الأوروبيون أيضًا هويَّاتهم الثقافية المتمركزة حول العِرق، ومعتقداتهم الروحية، وفرضوها قسرًا على الثقافات التي قابَلَتهم، رغم أن هذه الثقافات كانت لها حضاراتها الراسخة منذ القِدَم، وأساطيرها الروحية المختلفة. لقد دمَّر الأوروبيون على نحوٍ عُدوانيٍّ ومُتعَمَّد التاريخَ الروحي لهذه الشعوب من خلال استهداف وتدمير جميع السِّجلَّات المكتوبة والشفاهية لتقاليدهم الروحية(118). وكانت النتيجة أن ضاع إلى الأبد الكثير من التقاليد الروحانية التي تطوَّرَت بشكل مستقلٍّ، وكذلك المعتقدات والميثولوچيات الخاصة بقبائل وشعوب الأزتك والمايا، بالإضافة إلى ثقافات جزر المحيط الهادئ الأخرى. ضاعت أغلب هذه الثقافات والمعتقدات إلى الأبد، وأصبحت ضحية تاريخية حزينة أخرى للهيمنة الثقافية وعلم الأمراض.

كانت النتيجة الجانبية الأخرى، والساذجة، لعصر الاستكشاف العالمي هي الإدخال غير المقصود أو المتعمَّد للأنواع الغريبة ونقلها في جميع أنحاء العالم. وهكذا بدأ الاختلاط العشوائي المستمر للنباتات والحيوانات مع أنواع أخرى لم تتطوَّر معها، إنها لعبة روليت الأنواع التي لا تزال مُستمرَّةً حتى يومنا هذا. اجتاحت النباتات العشبية والحيوانات الانتهازية والأمراض الأرضَ على حساب التنوُّع النباتي والحيواني المحلي. ومن الأمثلة الواضحة على هذا: الفئران المختبئة في السفن والرحلات العابرة للقارَّات، والحاملة للحشرات والطُّفَيليَّات التي تسبَّبَت بدورها في الإصابة بالأمراض، لكن السفن من القرن السادس عشر إلى القرن الثامن

عشر نقلت أيضًا عن غير قصدٍ الكائنات البحرية من ميناء إلى آخر. كانت هذه السُّفن تحمل صابورةً ثقيلة في هيكلها، كمِّيَّات من صخور الشاطئ، للحفاظ على استقرارها في أعالي البحار. كانت هذه الصخور في الغالب مليئةً بالكائنات المحلية الصغيرة التي غزت بذلك مناطق جديدة عندما كانت الصابورة تُلقى في البحر لتخفيف الحمل. والأسوأ من ذلك، كان خشب هذه السفن يتعرَّض باستمرارٍ لهجوم الكائنات الحية الملوَّثة والمُمِلَّة مثل محار البرنقيل والأعشاب البحرية ودود السفن؛ مما جعل السفينة نفسها جزيرةً عائِمَةً من الكائنات الحية الأجنبية(119). وبهذه الطريقة، انتقلت الأنواع البحرية العشبية لقرون في جميع أنحاء العالم على طول مساراتٍ تتطابق فعليًا مع مسارات النقل البحري المعهودة.

وبنفس القدر من التأثير، كانت عمليات الإدخال العَمْد لأنواع جديدة في جميع أنحاء العالم، فقد كانت السفن التجارية تنقل الإمدادات الزراعية والأغذية والماشية -مع ما يرتبط بها من كائنات حية- إلى وجهات جديدة. وكثيراً ما حاول المستوطنون الأوروبيون "تطبيع" مواقعهم الجديدة بإدخال أنواع مألوفة لهم في بلادهم؛ ممَّا أدَّى إلى عدد من أشهر كوارث التاريخ الطبيعي. طيور الزرزور، على سبيل المثال، أُدخِلَت إلى حديقة سنترال بارك في مدينة نيويورك في محاولة مُضلِّلة لإدخال جميع الأنواع التي ذكرها شكسبير إلى أمريكا. بعد عَقدٍ من المحاولات، قامت طيور الزرزور بتوطين نفسها، واليوم هي طيورٌ مُزعِجة للغاية وناقِلَة للمرض في أمريكا الشمالية. وبالمثل، أُدخِلَت الأرانب للصَّيد لجعل المستوطنين الأوروبيين يشعرون أكثر بأنهم في وطنهم، ولكن مع عدم وجود حيوانات مفترسة بشكل طبيعي، أصبحت الأرانب من الآفات الرئيسية حيث تعدَّت بشكل جائر على النباتات غير المُجهَّزة تطوُّريًا للتعامُل مع هذا الجار الجديد(120). ويستمر خلط الأنواع على أيدي البشر حتى يومنا هذا، والذي أدَّى إلى عالمٍ تُهَيمِن عليه مجموعة متجانسة من النباتات العشبية، وهو المكافئ البيولوجي لانتشار المولات التجارية في العالم. كان هذا ثاني أكبر تأثير عالمي للاستعمار البشري للكرة الأرضية، وكان الأول هو استئصال العديد من الحيوانات المفترسة والحيوانات الكبيرة عندما هاجر البشر الأوائل من وطنهم الإفريقي إلى القارات الشاسعة الأخرى، باستثناء القارة القطبية الجنوبية (نوقش في الفصل 2).

كان اكتساب موارد جديدة أمرًا مهمًا طوال تاريخ البشرية؛ ممًا أدى إلى العلم والاستكشاف والثقافة والإبداع. لكن ما ينقصه الوضوح في هذه الصورة هو تكلفة الحرب والانتهاكات البيئية التي أعقبت طرقنا البحرية وتجارتنا البرية، أو الآثار السلبية على الإنسان والحيوان والنبات نتيجة تزايد امتداد وقوة التأثير البشري بدرجة تسبق قدرة هذه الكائنات على التطور معًا. لم تتغير القواعد الأساسية للتاريخ الطبيعي من التحكم المتبجِّح بالطبيعة الذي استقيناه من الزراعة التعاونية، والذي أدى إلى زيادة النمو السكاني، واستخدام الموارد ونضوبها المتسارع، وانتشار الأمراض، وتدهور الموائل، والمنافسة. ولا تزال الانقسامات الثقافية تمثِّل أكبر التحديات التي تواجه الحضارة الحديثة، لكن يمكن القول بأن هذه الانقسامات الثقافية تكمن بُذورُها في اكتشافنا لكيفية استخدام البذور.

الفصل السادس

المجاعَةُ والمرَض

يُشار إلى "إغراق أو نبذ الأطفال"، والذي كان يحدث في العصور الوسطى وما قبلها في أوقات نقص الإمدادات الغذائية. أنكرت النُّخبَةُ المسيحية هذه الممارسات في ذلك الوقت بزعم أن مرتكبيها من غير المؤمنين، ولكن الحقيقة هي أن قيمة الحياة تتدنَّى كثيراً في أوقات المجاعات، وكان التخلُّص من الأطفال حاضرًا لدى جميع أنواع الناس، وبين جميع الطبقات. فالمجاعة تتسبَّب في العنف والصراع؛ ممَّا يؤدي إلى انخفاض قيمة جميع الأرواح، وكان الأطفال دائمًا هم أكثر مَن يتعرَّض للاستغناء، وكانت قرارات التخطيط لحياة الأسرة التي يتخذها الفلاح تؤثِّر على الإناث والأطفال المعوَّقين جسديًّا أكثر من أي شيء آخر. ليس من السهل العثور على أدِلَّة على هذه الأحداث، كما أنه ليس من السهل تقبُّلها، لكن الأدب في ذلك الوقت يصف صرخات الأطفال المهجورين في الأنهار والمراحيض عبر أوروبا في العصور الوسطى. ويبدو أيضًا أن عقوبات قتل الأطفال كانت تخفت خلال المجاعات وأوقات الصعوبات الاقتصادية. هذه القصص يمكن رؤيتها بشكل أوضح من خلال التركيبة السكانية: في جميع أنحاء أوروبا في العصور الوسطى، كان معدل

الأطفـال 5.1 طفـل للعائـلات الثريـة، و2.9 طفـل لـلأُسَر متوسـطة الدخـل، و1.8 طفـل لـلأسر الفقـيرة، مـمًا يشـير إلى أن الأسر الفقـيرة كانـت تتخلَّـص مـن أكـثر مـن نصـف أطفالهـا. تكشـف الأدبيـات التاريخيـة أن وأد الأطفـال وإغراقهـم كان يحـدث عندمـا يكـون الأطفـال غـير مرغـوب فيهـم أو لا يمكـن رعايتهـم في جميـع الثقافـات البشريـة، من الإغريق إلى الرومان والفُرس والصينيين، حتى العصر الحديث (121).



شكل 1.6: في إحـدى حكايـات الأخويـن جريـم المعروفـة، هانسـيل وجريتـل أخ وأخـت ألمانيَّـان، تـمَّ التخـلي عنهـما في الغابـة أثنـاء المجاعـة، يهربـان ببطولـةٍ مـن آسِرَتِهـما- وهـي سـاحرة شريـرة بمنـزل مصنـوع مـن الحلـوى. أعيـد رسـمها بنـاءً عـلى تصويـر للمجـال العـام يعـود إلى القـرن التاسـع عـشر.

مـن الأشـياء التـي تُدعِّـم أيضًـا فكـرة انتشـار إغـراق الأطفـال، أو التخـلِّي عنهـم بـأي شـكل مـن الأشـكال، تلـك الأحـداث الشـائعة في الأسـاطير والفولكلـور، والتـي غالبًـا تعيـد تصويـر إغـراق الأطفـال في سـيناريو يجـد فيـه الأطفـال المهجـورون بطريقـة مـا حيـاةً أفضـل. كان كل مـن مـوسى وأوديـب وهانسـيل وجريتـل وسـنووايت أطفـالًا مهجوريـن (شـكل 6.1). كان القـزم تـوم ثامـب وأقـزام سـنو وايـت أطفـالًا مُعاقـين

(مثـل أوديـب) تركهـم آباؤهـم في الغابـة، وبالتحديـد أثنـاء المجاعـة(122). ورغـم المحـن، تـمَّ مَنـحُ هـؤلاء الأطفـال كنـوزًا أو مَرتَبـةً عاليـة؛ مـمًّا أعطـى الأمـل للآبـاء الذيـن ربمـا ألقـوا بأطفالهـم في العـالم الحقيقـي.

لعبـت الكنائـس دورًا مُعقَّـدًا في هـذه الممارسـة، حيـث كان رجـال الديـن يعتـبرون ولادة أطفـال مشـوَّهين مـن العقوبـات الإلهيـة، وهاجمـوا الأمهـات غـير المتزوِّجـات، ووضعـوا معايـير جنسـية للعزوبيـة أو التبتُّـل- كل ذلـك جعـل التخـلِّي عـن الرضيـع أكثر قبـولًا، وخيـارًا يَلقَـى ترحيبًـا أكـثر مـن تربيـة طفـل لا يملـك المـرء طعامًـا لإطعامـه، أو أن يمثِّـل وصمـة للوالديـن. لكـن في نفـس الوقـت، كانـت الكنائـس والمؤسَّسـات الدينيـة الأخـرى كثـيرًا مـا تسـتقبل الأطفـال المهجوريـن. وكانـت الكنائـس تأخـذ الأطفـال غـير المرغـوب فيهـم إلى دور الأيتـام، في حـين أن الأديـرة وبيـوت الراهبـات كانـت تسـتقبل أحيانًـا أطفـالًا مهجوريـن مـن عائـلات الطبقـة العليـا. وغالبًـا كانـت القوانـين في أوروبـا تمنح مَـن يأخـذ طفـلا مهجـورًا خدمـات الطفـل، وعمليًّـا يحصـل هـذا الشـخص عـلى عبد(123).

عـلى الرغـم مـن أن هـذه الممارسـات مُروِّعـة، فهـي ليسـت مقصـورة عـلى البشر (مثـل الإبـادة الجماعيـة): قتـل الأطفـال هـو القاعـدة في التاريـخ الطبيعـي لجميـع الحيوانـات والنباتـات، حتـى تتمكـن مـن تعظيـم احتـمالات نجـاح النسـل الأكـثر قـوة اسـتجابة للمـوارد المتاحـة وأي منافسـة. وعـلى سـبيل المثـال، بعـد ازدهـار النبـات وتخصيبـه، يتـمُّ تعديـل عـدد البـذور القابلـة للحيـاة المنتجـة عـن طريـق الإجهـاض التلقـائي للبويضـات بمـا يتَّفِـق مـع المـوارد المتاحـة: إغـراق النبـات لصغـاره هـو القاعـدة وليـس الاسـتثناء. وبـين حلزونـات الموريكـس نفسـها التـي جذبـت اهتمامـي بالشـواطئ، وأمـدَّت الفينيقيـين بـثروات كبـيرة، فـإن أول حلـزون صغـير يفقـس في كبسـولة بيـض يـأكل البيـض الـذي لم يفقـس بَعـدُ ليتغـذى قبـل الخـروج مـن الكبسـولة الواقيـة، ثـم يتغـذَّى عـلى الأجِنَّـة الموجـودة في كبسـولات البيـض الأخـرى. إن هـذا القاتـل، أو آكل إخوتـه، هـو بوليصـة تأمـين ضـد السـنوات الرديئـة مـن قلَّـة المـوارد الغذائيـة: فهـو يزيد مـن النجاحـات الإنجابيـة لقواقـع الموريكـس، ومـن خـلال مكافـأة أول حـدث يظهـر، تصبـح الملاءمـة الوراثيـة للقواقـع هـي عُملَـة التطـور. وهنـاك قـرارات مماثلـة للتخطيط العائـلي في أنـواع تـتراوح مـن الكائنـات وحيـدة الخليـة إلى أسـلافنا مـن الرئيسـيات. لكن هـذا لا يقـدم عـزاءً لأولئـك الذيـن يشـعرون بـالأسى مـن فكـرة إغـراق أطفـال البـشر.

فما الذي جعل التخلّي عن الأطفال وإغراقهم ضرورة لا مفرَّ منها بالنسبة لهذا النوع الذي تمكّن، من خلال اختراع وإتقان مختلف التقنيات، من زيادة موارد المجتمع الغذائية بما يكفي لإنجاب المزيد من الأطفال في المقام الأول (124)؟

في هذا الفصل، نلقي نظرةً على أهم مشكلتين بين مشكلات التاريخ الطبيعي الأساسية، وهما مشكلتان تصيبان التجمُّعات من جميع الأنواع بغَضِّ النظر عن موقعها في السلسلة الغذائية أو القدرة المعرفية: المجاعة والمرض.

القليل من الطَّعام

رأينا كيف أن النمو السكاني المتسارِعَ وزيادة حجم السكان كانت مصاحبة لنوبات من الازدهار والكساد والاحتياج إلى العمل الدَّؤوب للثورات الزراعية التعاونية. أدَّى هذا إلى المجاعات المتكررة والمدمِّرة، فقد أصبح البشر معتمدين على نجاح عدد قليل من المحاصيل والحيوانات الأليفة، والتضحية بالتنوع من أجل الإنتاج مع عدم فهم المخاطر الوراثية والمرضية لوضع كل البيض في سَلَّةٍ واحدة، إذا جاز القول. كان يمكن أن يؤدي الطقس القاسي، وقلة الأمطار، وأمراض المحاصيل أو الثروة الحيوانية بسرعة إلى مجاعات يصعب تجنُّبها. أدى انخفاض التنوُّع الجيني للمجموعات المستَأنَسَة الأولى من النبات والحيوان إلى جعل الأمراض خطيرةً على وجه الخصوص، فقد كانت تنتشر بسرعة وسهولة عبر مناطق جغرافية واسعة. وأدى التخزين المحدود للأغذية وفسادها إلى تفاقُم آثار المجاعات المبكِّرة: كانت طرق التحفُّظ المبكرة للحبوب واللحوم تفتقد الكفاءة في أغلب الأحوال (وهي مشكلة سوف تستغرق قرونًا لحلها بشكل نهائي).

حدثت المجاعات ونقص الغذاء بشكل متكرِّر أيضًا أثناء كفاح البشر للتكيُّف مع الظروف الزراعية الجديدة بعد التوسُّع عبر ضفاف الأنهار التي كانت موطنًا للحياة الزراعية المبكرة. كان على مزارعي العصر الحجري الحديث تجربة تقنيات ري النباتات وخصوبة التربة للتعويض عن عدم وجود الفيضانات السنوية التي من شأنها طرد الأملاح المتراكمة وإعادة تغذية التربة التي استنفدت ما بها من مُغذِّيات بعد حصاد العام السابق. كان اختيار نباتات مقاومة للأمراض كمحاصيل مشكلة أيضًا واجَهَت البشر الأوائل، وكذلك كيفية تخزين الطعام للبقاء على

قيد الحياة في فصول الشتاء القاسية، والسنوات التي تقلُّ فيها الغلة، ورحلات استكشافية لاستكشاف مواقع جديدة غنية بالموارد. سوف تؤدي هذه التجارب في النهاية إلى مشروعات زراعية بعيدة عن ضفاف الأنهار، ولكن حتى هذا لن يمنع المجاعات المتزايدة، والتي تُظهِر البيانات من مجتمعات ما قبل وما بعد الزراعة أنها ارتفعت بعد الثورة الزراعية (125).

حدثت أول مجاعةٍ مُوثَّقة جيدًا في روما القديمة عام 441 ق.م. في ذلك الوقت، كان روّاد العصر الحجري الحديث يتعلَّمون كيفية الزراعة بينما كانوا لا يزالون يصطادون ويجمعون الثمار، على الأرض التي كانت تتعرَّض بشكل مفرط لاستنزاف الموارد بسبب الحياة المستقرَّة. في السنوات التكوينية للإمبراطورية الرومانية، كانت المجاعات مُتكرِّرةً بسبب الظروف المناخية غير المنتظمة، وفساد الطعام، ومشاكل توزيع الغذاء. في عام 426 قبل الميلاد، ألقى الآلاف من الرومان الجائعين بأنفسهم في نهر التيبر لأن حُكَّامهم كانوا يمنعون عنهم الحبوبَ كشكل من أشكال العقاب والامتثال القسري. في ذلك الوقت أيضًا، كان الفلاحون الصينيون يعانون من المجاعة بسبب الضوابط الحكومية، وزيادة عدد السُّكَّان، وضعف البنية التحتية والتقنيات المحدودة للحفاظ على الطعام وتوزيعه بشكل كافٍ. لم يكن أهل الصين في العصر البرونزي، يُحيُّون بعضهم بكلمة "مرحبًا" أو "طاب يومك"، بل بالتساؤل: "هل أكَلتَ؟" ولا تزال هذه التحية شائعة في الصين كأحد بقايا التراث الثقافي منذ من الأيام الأولى للزراعة (126).

استمرَّت المجاعة في العصر الحديث مع عواقب كارثية مماثِلة. في القرن التاسع عشر، ظهر فِطرُ فيتوفثورا إنفستس (لفحة متأخِّرة Phytophthora infestans)[1]، أوَّلًا في المكسيك والولايات المتحدة قبل أن يتحوَّل إلى نمط وراثي قاتل وانتقاله في جميع أنحاء العالم. في سنوات العقد 1840، وصلت هذه السلالة الخبيثة إلى أوروبا وأيرلندا، حيث دمَّرَت الاقتصاد الأيرلندي بسبب نقص التنوُّع الجيني بين أنواع المحاصيل القليلة. هذا الحدث، المعروف باسم مجاعة البطاطس الأيرلندية، يُسلِّط الضوء بشكل كبير على كيف استمرت التجارة في ابتلاء المحاصيل المتجانِسَة والمحلية وحيوانات المزرعة بأمراض وميكروبات جديدة (127).

---

(1) فيتوفثورا إنفستس Phytophthora infestans: فِطرٌ يصيب البطاطس والطماطم فيدمِّر المحاصيل. [المترجمة]

وربما تركت المجاعاتُ آثارًا تطوُّريَّة موروثة على صحة الإنسان حتى يومنا هذا. قد تكون ظروف المجاعات المتكرِّرة أثناء وبعد تطوُّر الزراعة أساسَ الأوبئة الحالية لأمراض السُّكَّر والسِّمنة في الثقافة الغربية المعاصرة. تسببت المجاعات المتكررة خلال العصر الحجري الحديث في انتقاء الإفراط في تناول الأطعمة عالية الطاقة عند توفُّرها وتخزينها كدهون لاكتساب القدرة على التحمُّل والبقاء في المجاعة التالية. الآن بعد أن أصبحت الأطعمة عالية السعرات الحرارية مُتاحةً بسهولة على مدار 24 ساعة في اليوم في البلدان المتقدِّمة، فإن استجابتنا التطوُّريَّة للإفراط في تناول الطعام والشراهة في الأكل، التي كانت ذات يوم من ضرورات التكيُّف، يمكن أن تؤدِّي إلى مشاكل صحية مثل السِّمنة وأمراض القلب والسكر(128).

وبعبارة واضحة، إن حجم الوفيات الناجمة عن المجاعات عبر تاريخ البشرية أمرٌ مُخيف بكل المقاييس(129). في السنوات منذ 800 إلى 1000 ميلادية، قتل الجفافُ والمجاعة ملايين البشر، كما قتلت هذه المجاعات حوالي 25 مليونًا في الهند في القرن الثامن عشر وعشرة ملايين فقط خلال مجاعة 1932 -1933 في الاتحاد السوفييتي. ولزمن طويل، كانت المجاعة أداةَ حَربٍ أيضًا، تستخدم في تكتيكات الحصار المصمَّمة لتجويع القوات في المدن شديدة التحصين. كان قادة المدن المحاطة بالأسوار يتركون العُمَّال الزراعيين خارج الأسوار مُعرَّضين للعنف؛ بهدف حماية النخبة ومواردهم الغذائية الثمينة. في أوقات المجاعة أو النمو السكاني، كانت المدن تتعرَّض للهجوم بقتل الفلاحين من الرجال والأطفال، وسَبْي النساء، وتجويع النُّخبة ومواردها. كانت حرب الحصار شائِعةً منذ فجر الحضارة عبر العصور الوسطى نتيجة التنافس على الموارد بين النخبة الطموحة ورعاياها.

لا تزال المجاعة تشكِّل تهديدًا اليوم. فالأحداث الطبيعية الكارثية يمكن أن تُحفِّز حدوثها، مثلما حدث في صيف عام 1815، والذي عُرف بأنه "عامٌ بدون صيف"، عندما تسبَّب بركان في إندونيسيا في طقس بارد، وفشل المحاصيل في مناطق بعيدة مثل أوروبا، وشرق كندا، وشمال شرق الولايات المتحدة. يمكن للحرب أيضًا أن تتسبَّب في حدوث مجاعة في أعقابها، كما حدث في الكونغو حيث عانى 3.8 مليون شخص من المجاعة نتيجة الأضرار الجانبية الناجمة عن الصراع السياسي الذي اندلع منذ أكثر من عشر سنوات. والمجاعة مشكلة خطيرة في كثير

من الأحيان، خاصَّةً في إفريقيا بشكل عام، حيث يستمرُّ النمو السكاني بلا قيود، والتقلُّبات الناتجة عن تغيُّر المناخ، والاستخدام السياسي للطعام لإجبار الجماهير على الانصياع. وعلى الصعيد العالمي، وفقًا لإحصاءات منظَّمة الصحة العالمية، يموت 10 ملايين شخص سنويًا من الجوع الناجم عن الفقر(130). وكما شهدنا في أيرلندا، لم تكن المجاعة هي فقط أحد الآثار الأوَّليَّة لحياة التَّوطُّن والتمدن، لكنها أيضًا من النتائج الأخرى غير المتوقَّعة للثورة الزراعية: المرض.

الحياة ضد الحياة

كان النُّموُّ السُّكَّاني المتزايد باستمرار لتلبية احتياجات العمل للزراعة التعاونية والتجارة يعني أن الناس يعيشون متقاربين؛ ممَّا أدى بدوره إلى جذب الكائنات المتعايشة من الجرذان إلى القُراد والبراغيث، وكلها تشترك في التاريخ التطوُّري إلى جانب الثدييات كناقِلاتٍ للأمراض. وفَّرَت الظروف الصحية السيئة موائِلَ ساعدت على ازدهار الأمراض، وكان الاتصال البشري المتزايد مع الحيوانات أحدَ أكبر أسباب الأمراض التي تصيب الإنسان. تُعدُّ الجمرة الخبيثة والطاعون والإنفلونزا والحمى الصفراء وداء لايم lyme disease والملاريا والسُّلُّ فقط بعض الأمراض "حيوانيَّة المَنشَأ" (التي نشأت أصلًا في الحيوانات) التي مزَّقَت البشرية، وقد ثبت أن ميكروبات الأمراض قد تكون أعظمَ أعدائنا التطوُّريِّين، والتي تتطور لتتَّخِذ من جسم الإنسان نفسه -وسُعاله، وقيئه، وإسهاله- سلاحًا يساعدها على نشر مسبِّبات الأمراض من عائلٍ إلى آخر. لا يزال انتشار المرض وتطوُّره بين البشر والكائنات المتعايشة والطفيلية من العواقب القوية والمهدِّدة غير المقصودة للتحضُّر.

واليوم، نعلم أن الأمراض تُسبِّبها الطُّفيليات وكائنات دقيقة أخرى (مُسبِّبات الأمراض)، بالإضافة إلى الكائنات الحية ذاتية التكاثُر التي تطورت معنا كعوائل لها، والتي تستخدم نفس اللغة الجينية التي نستخدمها. وسواء كانت أمراض الإنسان بكتيرية أو طفيلية أو ڤيروسية، فقد تطوَّرَت عبر تاريخ البشرية (وقبل البشرية) جنبًا إلى جنب مع ناقلات مثل القمل والبعوض والبراغيث والفئران لتنتقل من عائلٍ إلى آخر بكفاءة أعلى. وبالتالي، ليس من قبيل الصُّدفة أن تؤدي

الأمـراض التـي تصيـب الحـشرات القارضـة إلى إصابـة الـدورة الدمويـة لـدى العائـل، أو أن مـن بـين أعـراض المـرض أشـياء مثـل السُّـعال أو العطـس، التـي تنـشر المـرض في نفـس الوقـت. لم تكـن هـذه المعرفـة مُتاحـةً دائمًـا، عـلى الرغـم مـن أن قدمـاء المصريين والإغريـق اشـتبهوا في وجـود روابـط بـين الأمـراض، والتوسُّـع الحَـضَري، والـصرف الصحـي: كان حُكّامهـم ينامـون تحـت شـبكات مانعـة للحـشرات لتجنُّـب اللدغـات، وابتعـدوا عـن "الهـواء الفاسـد" للمسـتنقعات، حيـث تتكاثـر ناقـلات الأمـراض. كانـت هـذه الجهـود الطبيـة والصحيـة العامـة المبكـرة قائمـةً بالكامـل عـلى التجربـة والخطـأ، وعـلى ملاحظـة الصِّـلات بـين الأشـياء.

زادت التجـارة التعاونيـة مـن مخاطـر الإصابـة بالأمـراض شـديدة التطـوُّر، حيـث يمكـن أن تنتقـل الميكروبـات إلى مجموعـات لم تكتسـب بعـدُ الإعـداد البيولوجـي للدفـاع ضدهـا. هـذا جعـل السـفر بحـد ذاتـه خطـرًا. عـلاوة عـلى ذلـك، تتكاثـر الميكروبـات بمعـدلات أسرع كثـيرًا مـن البـشر؛ مـمَّا يمنحهـا ميـزةً هائلـة في التكيـف مـع الظـروف الجديـدة، عـلى البـشر الذيـن يتكاثـرون ببـطء. فـإذا كان متوسِّـط الجيـل عنـد الإنسـان خمسـة وعشريـن عامًـا تقريبًـا، يكـون الإنسـان الحديـث موجـودًا منـذ ثمانيـة آلاف جيـل فقـط، بينـما إذا كان زمـن الجيـل مـن الميكـروب النموذجـي، بشـكل متحفِّـظ للغايـة، أسـبوعًا تقريبًـا (بالنسـبة لبعـض الأنـواع، تُقـاس الأجيـال بالسـاعات)، تصبـح أجيـال الميكروبـات المرتبطـة بالبـشر حـوالي 10.5 مليـون جيـل. بعبـارة أخـرى، تسـتجيب الميكروبـات المُسـبِّبة للأمـراض وتتكيَّـف مـع السـكان المحليـين بسرعـة أكـبر بكثـير مـمَّا يسـتطيع البـشر- وهـذا هـو السـبب، عـلى سـبيل المثـال، في أن لقـاح الإنفلونـزا ينتهـي مفعولـه في أقـل مـن عـام.

حديثًـا، ظهـر أن مزيـدًا مـن الأمـراض التـي كان يُعتقـد سـابقًا أنهـا تعـود إلى أسـباب وراثيـة وبيئيـة -السرطانـات وأمـراض القلـب والزهايمـر وأمـراض عقليـة مثـل الفصـام والأمـراض المزمنـة الأخـرى- مرتبطـة بحربنـا القديمـة مـع الميكروبـات. هـذه الميكروبـات هـي أقاربنـا المفقـودون منـذ بداياتنـا المنسـيَّة في "الحسـاء البـدائي"[1]، ورغـم طـول الزمـن، لا تـزال تخـوض المعركـة القديمـة للسـيطرة عـلى الحيـاة. هـذا

---

(1) الحِسـاءُ البـدائي primordial soup: يطلـق هـذا التعبـير عـلى كميـة التفاعـلات الهائلـة مـن المـواد الكيميائيـة والعمليـات الطبيعيـة التـي كانـت جـزءًا مـن الفرضيـة التـي تقـول بـأن "أصـل الحيـاة" جـاء نتيجتهـا منـذ 3.5- 4 مليـار سـنة عـلى وجـه الأرض. [المترجمـة]

التوسُّع في فهمنا لأمراض البشر لتشمل التاريخ الطبيعي الميكروبي والبشري هو ما تنبَّأ به عالِم الأحياء التطوُّري بول إيوالد Paul Ewald في كتابه Plague Time (زمن الطاعون، الصادر عام 2000).

في حين يبدو أن البشر قد تمَّ تَجاوُزهم بشكل كبير في معركتهم ضد الميكروبات الشائنة، يجب أن نتذكر أن البشر لديهم علاقات جرثومية مفيدة خاصَّة بهم. وكما رأينا في الفصل الأول، فإن بعض أفضل دفاعاتنا ضد الأمراض هي الميكروبات التكافلية التي تطوَّرَت معنا ويمكنها الاستجابة للتهديدات الجديدة بسرعة أكبر ممَّا يمكن للتطور البشري(131). في القولون البشري، توجد مائة تريليون خليَّة ميكروبية من مئات الأنواع، تتعاون وتتفاعل مع خلايانا لحمايتنا من الهجوم الميكروبي- ولولا هذه الخلايا الميكروبية، ربما كانت الحياة البشرية قد انتهت خلال السنوات الأولى من حياة المدينة المبكِّرة. وهكذا تُظهِر الميكروبات الطابعَ المؤثِّرَ وغير الغائي للتعاون في التطوُّر، حيث أن تعاون بعض الميكروبات مع الكائنات الحية هو الذي يُهدِّد الإنسان، ولكن تعاون ميكروبات أخرى مع البشر هو الذي يحميهم في ذات الوقت. المهم هنا هو أنه لا يوجد كائن حي يتطوَّر في الفراغ، وإنما بالأحرى يستجيب ويؤثِّر على الكائنات الحية والبيئات المحيطة به. ماذا فعلت الحضارة لهذه العملية؟ هل تسبَّبَت البيئات الجديدة التي أنشأناها، والتي هي نفسها نتيجة علاقات تعاونية، في دفع نظام الحياة ذاتية التنظيم على الأرض إلى حالة من الانهيار المدمر للذات؟

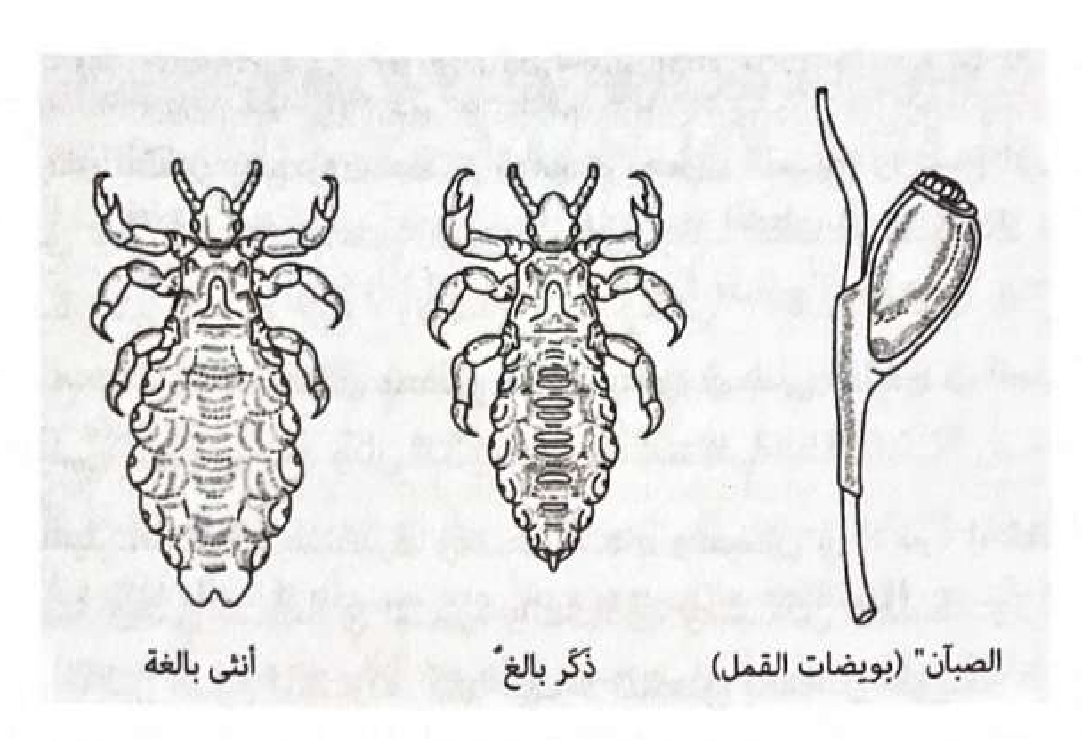
مشاكِلُ مُتطوِّرةٌ بأناقة

رغم أنه من الطبيعي أن نفكر بأن الكائنات المسبِّبة للأمراض أقارب سيِّئون حقًّا لا نريد الاعتراف بوجودها في شجرة عائلاتنا، فإن مسبِّبات الأمراض هي نتاجٌ مُذهِلٌ للتطور المشترك. ومن المؤسف أنها تعتبرنا وجبة لها، لكنها بطريقتها الخاصَّة مُنتَجٌ أنيق للچينات الأنانية والتعاون مثلنا. العديد منها عبارة عن أحفورات حيَّة، يعود تاريخها إلى فجر الحياة عندما كانت الميكروبات المتناسِخَة ذاتيًا تُهَيمِن على المحيطات، قبل أن تستعمر الحياة الأرض أو يتم الحد من المنافسة الميكروبية عن طريق التعاون الميكروبي. في نفس الوقت تقريبًا الذي

تطـورت فيـه النباتـات والحيوانـات متعـددة الخلايـا بمسـاعدة الميكروبـات التبادُليَّـة، ذهبـت الميكروبـات الأخـرى إلى الجانـب المظلـم العـدواني. وفي مواجهـة نفـس الكفـاح مـن أجـل التكاثـر، تعاوَنَـت هـذه الميكروبـات بشـكل خبيـث متطفِّلـة عـلى الأخـرى، كـما يفعـل رفـاق المسـكن السـيئين. وعندمـا تطـوَّرَت النباتـات والحيوانـات، وجـدت هـذه الميكروبـات موضعًـا مناسـبًا ككائنـات متعايشـة تحصـل عـلى رحـلات ووجبـات مجانيـة. لقـد أصبحـت مُحمَّلـةً بشـكل مسـتقلٍّ عـلى العائـل مُتعـدِّد الخلايـا، تتطـور معـه عـلى نحـوٍ متزامِـنٍ ومُنسَّـق بأناقـة أتاحـت لهـا توفـير مصـدر النقـل والغـذاء.

يُعتَـبر القمـلُ والبـقُّ مـن الأمثلـة المرئيـة التـي يمكـن الاسـتعانة بهـا للتدليـل عـلى كيـف أن تلـك "الأقـارب" المُحرِجـة قـد شـقَّت طريقهـا منـذ فـترة طويلـة إلى عشـاء عائلاتنـا، وكانـت حتـى وقـت قريـب آفـاتٍ شـائِعةً بـين البـشر (شـكل 6.2). أفـاد كلٌّ مـن القمـل والبَـقِّ مـن طفيـل بونانـزا، الـذي ظهـر نتيجـة الثـورات الزراعيـة التعاونيـة ومـا صاحبهـا مـن مـدن ذات كثافـة عاليـة مـن العوائـل البشريـين المحتَمَلـين. ويظـل هـذا صحيحًـا اليـوم: يحـدث تفشِّي بَـقِّ الفـراش المعـاصر في المبـاني السـكنية المكتظَّـة بالسـكان في المـدن الكبـيرة مثـل مدينـة نيويـورك، وليـس في المناطـق الريفيـة حيـث تكـون احتـمالات انتقـال العـدوى محـدودة (132).

إن وجـود هـذه المخلوقـات في المجتمعـات البشريـة المكتظـة بالسـكان يعنـي أن أمشـاط القمـل، أو "الفلَّايـات"، تلـك الأمشـاط الصغـيرة المسـتَخدَمة لتنقيـة شَـعر الإنسـان مـن القمـل والصبـآن (بيـض القمـل)، هـي واحـدة مـن أكـثر الأدوات التـي يشـيع وجودهـا في المواقع الأثرية. ويسـتخدم اسـم هـذه الأداة "الفَلَّايـة"، أو nitpicker، للإشـارة إلى شـخصٍ شـديد التدقيـق بشـكل مُفـرِط في العمـل، ويعـود هـذا التوصيـف إلى العصـور الوسـطى. في ذلـك الوقـت، كان قمـل الجسـم يمثِّـل مشـكلة حـادَّة مرتبطـة بسـوء الصحـة والمـرض؛ لأنـه بالإضافـة إلى التسـبُّب في مشـاكل صحيـة، يمكـن للقمـل البـشري أن يحمـل وينقـل أمراضًـا قاتلـة، مثـل التيفـوس، والحُمَّـى الراجعـة، وحُمَّـى الخنـادق (133).



2.6 كان قمل الرأس والعانة والجسم من المشاكل المسبِّبة للحكة وناقلات الأمراض للإنسان منذ أن ورثناها من أسلافنا "الهومينيد". تلصق القملات بيضَها على قاعدة بُصَيلات الشعر وتتشبَّث الحشرة البالغة بالجسم بأطرافٍ تُشبِه الخطّاف.
أُعيد الرسم بناءً على بيانات من: Jon Stafford, The Lice Capades, Daily Kos, November 10, 2011.

البشر عائلُ ثلاثة أنواع من القمل: الرأس والعانة والجسم. أظهر تسلسل الحمض النووي لهذه الأنواع أنها تعود إلى أسلافنا من القرود، حيث تعود نشأة قمل الرأس إلى الشمبانزي قبل 5.5 مليون سنة، وقمل العانة إلى الغوريلا قبل 3 ملايين سنة. وكما سبق الذِّكر، كشف تسلسل الحمض النووي لقمل جسم الإنسان، الذي يضع بيضه ويعيش في الملابس، أن البشر بدؤوا في ارتداء الملابس منذ أربعين ألف عام (134).

البَقُّ طُفيلٌ خارجيٌّ آخر يعتمد على البشر كعائل له، ازدهر بسبب كثافة السكان في المستوطنات البشرية. نشأت هذه الآفات في الكهوف التي كان يسكنها الخفافيش وأسلاف البشر، وهي حشرات ماصَّةٌ للدم، ولكنها ليست ناقلات للأمراض الرئيسية. جاء وصف بقِّ الفراش لأول مرة عند الإغريق في القرن الأول قبل الميلاد، وهو ينتمي إلى الطفيليات الخارجية المجهرية المشابهة التي تتخصَّص في عوائل أخرى من ذوات الدم الحار. نشأ بق الفراش منذ 145 - 165 مليون سنة، وانتقل من الخفافيش إلى عائلٍ بَشريٍّ عندما بدأ البشر ينامون في الكهوف

خـلال العـصر الجليـدي. وفي العصـور الوسـطى، كان شـائعًا للغايـة في المـدن المزدحمـة؛ ولمواجهتـه، كان النـاس يطهِّـرون أماكـن نومهـم بحـرق السـبخ ووضـع أوراق الشـجر لالتقـاط البـق عـلى أرضياتهـم، مـع تغيـير الأوراق يوميًّا للقضـاء عليهـا. لا تـزال عبـارة "ليلـة سـعيدة، شـدَّ نفسـك جيـدًا، ولا تـدع البَـقَّ يعـضُّ"[1]، شـائعةً منـذ القرنـين الثامن عـشر والتاسـع عـشر، عندمـا كان معظـم النـاس ينامـون عـلى أسِرَّةٍ مـن الحبـال تحتـاج إلى شـدٍّ روتينـيٍّ لنـوم مريـح، وكان البَـقُّ مُشـكِلةً منتـشرة (135).

البَـقُّ طُفَيليَّـاتٌ ترقـد منتظِـرَة، وتمتـصُّ الـدم، وتعيـش في الأسِرَّة بانتظـار وصـول وجباتهـا إليهـا. وهـي شـائعة في المـدن، والفنـادق، ومسـاكن الطلبـة، وترتفـع فـرص انتشـارها في أماكـن النـوم المشـتركة. كـما أنهـا لا تلتصـق بالعائـل طويـلًا- فهـي تختبئ في مـكان آخـر لهضـم وجباتهـا مـن الـدم؛ مـمَّا يجعـل مـن الصعـب اكتشـافها بعـد أن تعـضَّ. يتفاعـل الضحايـا مـع لدغـات بـقِّ الفـراش عـلى نحـوٍ مختلـف: البعـض يلاحظهـا عـلى الفـور، بينـما لا يظهـر أي ردِّ فِعـلٍ عـلى البعـض الآخـر إلا بعـد أيـام أو أسـابيع؛ مـمَّا يجعـل مـن الصعـب اكتشـاف بَـقِّ الفِـراش والقضـاء عليـه. وهـو مثـل العَلَقَـة، يقـوم بحقـن مـادة مخـدِّرة لتهدئـة الألم ومضـاد للتجلُّـط لجعـل الـدم يتدفَّـق بحريـة أكـبر مـن جسـم العائـل.

اختفـى بـقُّ الفـراش كآفـةٍ تُمثِّـل مشـكلة رئيسـية في أوائـل القـرن العشريـن عندمـا أدى اسـتخدام مـادة ال "دي.دي.تي" عـلى نطـاق واسـع إلى الحَـدِّ مـن الآفـات الحشريـة الخاصـة بالبـشر، لكنهـا عـادت للظهـور في المـدن الكبـيرة عـلى مـدى العقـود القليلـة الماضيـة منـذ أن ظهـرت الآثـار الضـارَّة لمـادة الـدي.دي.تي عـلى الطيـور الجارحـة، وتـمَّ حَظـرُ اسـتخدامها في معظـم البلـدان المتقدِّمـة. والبَـقُّ نفسـه عوائِـلُ وَدودةٌ لبكتيريـا ولباخيـا Wolbachia التبادُليَّـة، وهـذا الميكـروب المتعـاون مـع البَـقِّ يمـدُّه بفيتامينـات B لعمليـة التمثيـل الغـذائي والتكاثُـر، بينـما يوفِّـر بَـقُّ الفِـراش للولباخيـا العائـل بالإضافـة إلى منتجـات ثانويـة للتمثيـل الغـذائي (136).

رغـم أننـا يمكـن أن نلاحـظ بسـهولةٍ التطـوُّرَ المشـترك للقمـل والبـق مـع البـشر، وعـلى الرغـم مـن قـدرة القمـل عـلى أن يكـون ناقِـلًا للأمـراض، فقـد كانـت هـذه

(1) عبـارة تُعتَـبر مـن الأمثـال الفولكلوريـة في اللغـة الإنجليزيـة: "Good night, sleep tight, don't let the bedbugs bite". [المترجمـة]

الحشرات مجرَّدَ آفاتٍ أكثر من كونها تُهدِّد بقاء مجموعات سُكَّانية كاملة. ولكي نتعرَّف على الكائنات الأكثر خطورة والتي تُشكِّل التاريخ؛ علينا زيادة تركيزنا ليشمل بعض أصغر الكائنات على هذا الكوكب، إنها أصدقاؤنا القدامى: الميكروبات، وهي في هذه الحالة: أعداؤنا. وأولها الكائنات الأولية المسبِّبة للملاريا.

جاء وصف الملاريا لأول مرة في مصر القديمة في الألفية الثالثة قبل الميلاد، وهي واحدة من أكثر الأمراض فتكًا في تاريخ البشرية. كل أربعين ثانية، يموت طِفلٌ بسبب الملاريا؛ ممَّا يؤدي إلى خسارة يومية في جميع أنحاء العالم لأكثر من ألفي طفل، ومليون إلى ثلاثة ملايين من الأرواح سنويًا. لا تزال الملاريا مشكلةً صِحِّيَّة خطيرة للإنسان، على الرغم من الجهود الكبيرة منذ العصور القديمة للقضاء عليها. وهو خبيثٌ على وجه الخصوص في المناطق التي تتميز بدرجات حرارة دافئة؛ الأمر الذي يؤدي إلى تسريع زمن الجيل؛ ممَّا يُضخِّم تأثيره. على مرِّ التاريخ، أصيبت العديد من الحضارات الاستوائية بالشلل بسبب الملاريا حتى أصبحت التدابير الوقائية مُتاحَة (137).

إن العلاقة بين الملاريا والبشر تسبق التاريخ المسجَّل ؛ تطوَّر طفيل "البلازموديوم" إلى جانب الثدييات والطيور. ودورة حياة هذا الطفيلي لها مرحلتان، واحدة في البعوض والثانية في الفقاريات، وفي كل عائِلٍ تتكاثَرُ البلازموديوم لا جنسيًّا، لتكون عشرات الآلاف من الخلايا المُعْدية التي تنتقل من البعوض إلى الفقاريات أو العكس عن طريق اللَّدغ. في البعوض، تنتقل الكائنات الأولية إلى غُدَد اللُّعاب لتنتشر أثناء امتصاص البعوضة للدم، وفي الفقاريات، تتكاثر في كبد العائل، وتدخل إلى مجرى الدم بعد فترة من الحضانة. هذه الدورة من التكاثُر هي التي تُسبِّب الحُمَّى لدى المرضى من البشر، وتؤدِّي زيادة كثافة البلازموديوم في الدم إلى إبطاء الدورة الدموية حتى توقُّف في النهاية.

من بين أكثر من مائة نوع من طفيليات البلازموديوم، هناك أربعة أنواع تُفضِّل العوائل البشرية، واثنان منها شديدَا الضراوة. انفصلت هذه الطفيليات المتمركزة حول الإنسان عن الملاريا التي تصيب الشمبانزي (Plasmodium falciparum) منذ 10,000 إلى 20,000 سنة، وحتى قبل ذلك انتشر نوعٌ آخر هو Plasmodium vivax، ومن المحتمل أنه انتشر من قرود المكاك إلى أسلافنا الإنسان المنتصب (Homo erectus) (138). بحلول عام 2000 قبل الميلاد، كان

البشر قد طوَّروا دفاعات، مثل الخلايا المنجليَّة- خلايا الدم الحمراء التي لها شكل المنجل، وتُنتِج إنزيمًا يحمي الخلايا العائلة من الملاريا. تطوَّرَت هذه الخلايا بشكل مستقلٍّ في سردينيا وإفريقيا والصين؛ ممَّا يدلُّ على التهديد المميت للملاريا في هذه المناطق. ولا نعرف حتى الآن على وجه اليقين كيف تحمي الخلايا المنجلية من الملاريا، لكن الحجم الأصغر للخلايا وشكلها قد يُقلِّل من شدة عدوى الملاريا(139).

بعد نشأتها في إفريقيا، يبدو أن الملاريا البشرية الوبائية قد بدأت أثناء الثورة الزراعية، عندما استقرَّت مجموعات كبيرة من المُزارعين البشر بالقرب من مصادر الري بالمياه العذبة التي تحوَّلَت إلى مناطق لتكاثُر البعوض. وقد عشنا مع العواقب منذئذ، وفقًا لأقدم السِّجلَّات المكتوبة حول هذا الموضوع، منذ الألفيَّتَيْن الثالثة والرابعة قبل الميلاد في مصر والصين. كتب المؤرِّخ اليوناني هيرودوت أن العُمَّال الذين عملوا في بناء الأهرامات المصرية كانوا يتناولون كميات كبيرة من الثوم الذي يُعتقد أنه يمنع الملاريا، وكان ملوك الفراعنة منذ سنفرو في الألفية الثالثة قبل الميلاد وحتى كليوباترا السابعة في القرن الأول قبل الميلاد ينامون تحت "الناموسية"، شَبَكة الفِراش التي تمنع البعوض. انتشرت الملاريا على طول الطرق والقنوات الرومانية الشهيرة، وقد تسبَّبَت "حُمَّى المستنقعات" كما كانت تُعرف في العصور الوسطى، في تدمير جنوب إنجلترا وسواحل إيطاليا. ومن المعروف أن الفرنسيين مُنِعوا من حفر قناة بنما بسبب الحمى الصفراء ووباء الملاريا؛ ونجح الأمريكيون فقط بعد أن تمَّ التَّعرُّف على أن البعوض ناقل للأمراض واتُّخِذَت إجراءات واحتياطات للسيطرة على انتشار كِلا المرضين، ومعدل العدوى لكل منهما. كان حَلُّ مشكلة الملاريا هو المفتاح لحفر قناة بنما، وليس الديناميت أو العمالة البشرية(140).

لا تزال الملاريا من أكثر الأمراض انتشارًا والتي تؤثِّر على الحضارة البشرية، ولكن فهم التاريخ الطبيعي لدورة حياة البعوضة - طفيل البلازموديوم- الفقاريات قَلَّل من انتشارها. ورغم أن قدماء المصريين عرفوا وتعاملوا مع مستنقعات الملاريا والآفات الحشرية، إلا أن التعرُّف على الطفيليات الأوَّليَّة المُسبِّبة للملاريا لم يحدث قبل 1880 على يد الفيزيائي الفرنسي شارل لاڤيران Charles Laveran. في عام 1897، أظهر رونالد روس Ronald Ross عمل البعوض كوسطاء بين الكائنات

الأوليـة والبـشر، وحصـل كلٌّ مـن لافـيران وروس عـلى جوائـز نوبـل عـن هـذا العمـل. اليـوم، يتـمُّ مكافحـة الملاريـا بالحَـدِّ مـن مناطـق الميـاه الراكـدة التـي يتكاثـر فيهـا البعـوض، وهـي نفـس تدابـير المكافحـة التـي استُخدِمَت أثنـاء حفـر قنـاة بنـما(141).

ورغـم هـذه الإجـراءات، لا يـزال البـشر بعيديـن عـن الانتصـار في الحـرب التطوُّريَّة ضـد الميكروبـات الخبيثـة، كـما يتَّضـح مؤخـرًا مـن ظهـور أوبئـة مثـل الإيـدز والإنفلونزا الإسـبانية، والمعـارك التـي يشـنها علـماء الأحيـاء الدقيقـة ضـد الأمـراض التـي تتطـور لمقاومـة العـلاج. ومـع أن وبـاء الإيـدز الـذي يـودي بحيـاة أكـثر مـن مليـون شـخص سـنويًا، معظمهـم في إفريقيـا، قـد أصبـح معروفًـا جيـدًا اليـوم، فـإن وبـاء الإنفلونـزا الإسـبانية العالمـي الـذي حـدث قبـل قـرن مـن الزمـان فقـط أودى بحيـاة عـشرات الملايـين خـلال انتشـاره الـذي دام ثـلاث سـنوات وكاد يُنسى إلى حـدٍّ كبـير.

والواقـع أن جائحـة الإنفلونـزا الإسـبانية، التـي بـدأت عـام 1918، قـد تكـون الوبـاءَ الأكـثر فتـكًا في التاريـخ المُسـجَّل، حيـث اندلعـت في نفـس الوقـت الـذي كانـت فيـه الحـرب العالميـة الأولى تنتهـي وقتَلَـت مـن النـاس عـددًا أكـبر ممَّـن قتلتهـم الحـرب نفسـها. لم تتـضرَّر إسـبانيا أكـثر مـن أي بلـد آخـر، لكـن الإنفلونـزا اشـتهرت بهـذا الاسـم بسـبب مزيـج مـن عـدم الإعـلان -لتَجنُّـب خفـض الـروح المعنويـة في عالَـمٍ يحتفـل بنهايـة الحـرب العظمـى- ومـوت الملـك الإسـباني بسـبب الإنفلونـزا. طغت نهايـة الحرب عـلى الإنفلونـزا الإسـبانية، لكـن ربمـا كان ضحاياهـا أكـثر مـن ضحايـا الطاعـون الأسـود الأكـثر شُـهرَة، وكانـت غـير عاديَّـةٍ في كلٍّ مـن السرعـة التـي تقتـل بهـا وفي مُعـدَّلات الوفيـات المرتفعـة بـين البالغـين الأصِحَّـاء في العشرينيـات والثلاثينيـات مـن العمـر. وقـد تـسرَّب تأثيرهـا المجتمعـي تمامًـا مـن وعينـا الجمعـي، فنحـن نتذكَّـر المصاعـب الاقتصاديـة للكسـاد العظيـم، لكننـا لا نتذكـر الحَجْـرَ الصِّحِّـيَّ الصـارم والقيـود الأخـرى عـلى الحركـة بسـبب الإنفلونـزا قبـل عقـد مـن الزمـان(142).

وربمـا تسـبَّبَت الإنفلونـزا الإسـبانية في مقتـل عـدد أكـبر، لكـن الطاعـون الأسـود -أو الطَّاعـون الدَّبْـلي، أو ببسـاطة: الطاعـون- كان أكـثر الأوبئـة دراماتيكيَّـةً وتأثـيرًا في تاريـخ البشريـة. عصـف هـذا الطاعـون بأوروبـا في أواسـط القـرن الرابـع عـشر، وأعـاد تشـكيل الحضـارة والتاريـخ الأوراسـيَّيْن بالقتـل العشـوائي لمـا يقـرب مـن ثُلُـث سُـكَّان العـالم. ثبـت مؤخَّـرًا حـدوث الأوبئـة في العـصر البرونـزي أيضًـا، بـين 2500 و 700 ق.م، وربمـا قبـل ذلـك. لكـن يبـدو أنهـا لم تكـن في يـوم مـن الأيـام عنيفـةً ومميتـةً مثـل المـوت

الأسود في العصور الوسطى، والذي نتج عن التجمُّع المميت للنُموِّ السُكّاني الزائد، والمدن القذرة، والتعرُّض لسلالات جديدة من الأمراض على طول شبكة طريق الحرير التجارية (شكل 6.3). كانت مدن مثل لندن، وباريس، وڤيينّا، وچنوا، وميلانو، التي كان عدد سكّانها ما بين 25,000 إلى 100,000 نسمة- كانت تفتقد أنظمةً صِحِّيَّةً كافية(143). كانت الشوارع الضيقة غير مرصوفة، وتلقي الفضلات والقاذورات فيها ببساطة. وكانت الأمراض الجديدة تنتقل مع السِّلَع؛ ممَّا أضاف إلى مشكلة الأمراض المألوفة وأعطاها فرصًا جديدة للانتشار على مدى أبعد وأوسع. كما جاءت السفن التجارية بأعداد كبيرة من الفئران من الأراضي البعيدة إلى التجمُّعات البشرية. كانت هذه الفئران هي السبب المباشر لانتقال الطاعون لأول مرة؛ لأن الطاعون تُسبِّبه بكتيريا Yersinia pestis، وهي بكتيريا حيوانيَّةُ المصدر مُتوطِّنَة في القوارض وتستخدم القُرادَ والبراغيث لنقل المرض إلى البشر. ولا تظهر أعراض المرض على الفئران المصابة حتى قرب موتها، عندما تنتفخ من النُموِّ البكتيري السريع الذي يسدُّ قنواتها الصفراوية. وهنا تترك البراغيث الفئران الموتى أو العائل الميت، للبحث عن أقرب عائل حيواني من ذوات الدم الحار.



شكل 3.6: تصوير لرقصة الموت (1493) لمايكل وولجموت Michael Wolgemut، يوضِّح عدم جدوى الحياة أثناء الطاعون الأسود. من: Hartmann Schedel, Nuremberg Chronicle (1493,), Wikimedia Commons.

بعد يوم إلى ستة أيام من لدغ الإنسان، تصبح الغُدَد الليمفاوية في الإبط والفخذ ليِّنَةً، وتنتفخ في مناطِقَ مُؤلِمَة، أي تصبح "دَبْل" [من هنا جاء اسم الطاعون الدَّبْلي]، ثم تنفتح وتفرِّغ صديدًا متعفِّنًا. والمصاب بالعدوى عادةً يكون في حالة من التشوُّش الذهني والهذيان والغثيان، مع آلام في الأطراف والظهر وحُمَّى شديدة. فإذا اندلعت الحُمَّى، فعادة ما يَعقُبها هدوءٌ يعني أن المرض بدأ يخمد ويَدلُّ على أن الجهاز المناعي قد اكتسب اليدَ العليا على العامل الممرض، ويمكنه الآن تدميره وطرده. لكن إذا لم يحدث الهدوء مُطلَقًا، تنتشر العدوى إلى الدَّمِ مُسبِّبَةً تَسمُّمَ الدم والوفاة. يتسبَّب طاعون الإنتان الدموي في تكسير الأوعية الدموية تحت الجلد، مُكوِّنًا طفحًا جلديًا داكنًا من الدم الجاف، وهذا هو سبب تسميته بالموت الأسود. تحدث الوفاة بعد ثلاثة إلى سبعة أيام من الإصابة بالنزيف الداخلي وفشل مُتعدِّد لأجهزة الجسم، ويصل معدَّل وفيات الطاعون الدَّبلي إذا لم يُعالَج من 50 إلى 70 بالمائة، وتصل وفيات طاعون إنتان الدم إلى 100 بالمائة(144). ويمكن أن يتحوَّل الطاعون أيضًا إلى حالة التهاب رئوي حاد؛ ممَّا يجعل المرضى يسعلون مخاطًا دمويًا رغويًا وينشر المرض عن طريق الرذاذ المنتشِر في الجو. ويصل الطاعون الرئوي أيضًا إلى معدَّل وفيات بنسبة 100 بالمائة، ويمكن أن تحدث الوفاة في غضون ساعات.

انتشر الطاعون عبر البحر الأبيض المتوسِّط وأوروبا، ويُقدَّر ضحاياه بحوالى 30 إلى 60 بالمائة من سُكَّان أوروبا، كما قَلَّل عدد سكان العالم من 450 مليون إلى 350 - 375 مليون. كان للاضطرابات الدينية والاجتماعية والاقتصادية العنيفة في أعقاب المرض آثارًا كارثية على مسار الحضارة الأوروبية والأوراسية، واستغرق الاقتصاد الأوروبي ما يقرب من قرن من الزمان للتعافي من تلك الآثار، أمَّا استعادة التِّعداد السكاني فقد تطلَّبت أكثر من 150 عامًا (وضعف ذلك تقريبًا في الدول الإسكندنافية). وانتهى الطاعون بإلقاء اللوم على الأوروبِّيين من مرضى الجُذام، والغجر واليهود، والذين عُومِلوا ككبش فِداءٍ، كما أدَّى إلى فقدان السُّلطة بين الزعماء الدينيين والسياسيين؛ والمزيد من انفصال الطبقة الأرستقراطية حيث انتقل الكثيرون إلى منازل الريف بعيدًا عن مراكز المرض. كان من الضَّروريِّ إعادة البناء ببطء بعد مرور الطاعون، فقد فَقَدَت مدن العصور الوسطى، التي دمَّرتها

خسائر فادحة في الأرواح، ليس فقط المؤسَّساتِ وأجزاءً من ثقافتها، ولكن أيضًا نظامها الاجتماعي(145).

بعد الطاعون، وقبل أوبئة أخرى مثل الإنفلونزا الإسبانية، بدأ المرض يسافر لمسافاتٍ أكبر بسبب تكاثُف الرحلات الاستكشافية التي قام بها أبناء الشعوب الأوروبية. في القرن السادس عشر، كانت المحاولات الأوروبية لاستعمار أمريكا الشمالية تفشل بسبب الصراعات وعدم التعاوُن من جانب السُّكَّان الأصليِّين. ولكن عندما وصل "الآباء المهاجرون"[1] إلى نيو إنجلاند في عام 1620، وجدوا أن الأمراض البشرية قد دمَّرَت السُّكَّان الأصليِّين: كانت مستوطنات السكان الأصليين مهجورة، وتناثَرَت القبور الجديدة على ساحل ولاية ماساتشوستس. أصيب سكان أمريكا الأصليين بأمراض لم يتعرَّضوا لها من قبل، وليس لديهم استعدادٌ تطوُّريٌّ لمواجهتها، ولكن الأوروبيين الذين يحملون تلك الأمراض تطوَّرَت لديهم مناعة ضدها. أدى ذلك إلى وفاة ما يُقدر بنحو -50 80 بالمائة من سكان الأمريكتين الأصليِّين بسبب الجدري والإنفلونزا وأمراض أخرى، حيث انتشرت مُسبِّبات الأمراض الجديدة في جميع أنحاء العالم الجديد. ولكن رغم عدم تماثُل مستوى انتقال المرض بين الأوروبيين والأمريكيين الأصليين، إلا أنه لم يكن في اتجاه واحد فقط: كانت عقلية الاغتصاب والنَّهب لدى الأوروبيين من أبناء القرن الخامس عشر على وشك استقبال قَدرٍ من الانتقام الميكروبي من العالم الجديد(146).

في عام 1495، بعد ثلاث سنوات فقط من عودة رحلة كولومبوس الأولى إلى أمريكا، تفشَّى في نابولي مرض الزهري الذي ينتقل عن طريق الاتصال الجنسي، ويبدو أنه انتشر عن طريق أفراد طاقم كولومبوس المصابين(147). وانتشر الزهري بسرعة في أنحاء أوروبا، ليقتل خمسة ملايين شخص على مدى العقد التالي. كان الزهري مرضًا جديدًا على أوروبا، وكان خبيثًا للغاية، يتسبَّب في بثور متقرِّحة تُغطِّي الجسم، وفقدان اللحم، والتشوُّه، والموت في مدى ثلاثة أشهر. كما أنه حمل وصمةً اجتماعية قوية بسبب طبيعته الجنسية والتشوُّه الواضح. أطلق عليه الهولنديون اسم المرض الفرنسي في إيطاليا وبولندا وألمانيا، في حين أطلق عليه الفرنسيون اسم المرض الإيطالي أو الإسباني، وأطلق عليه الأتراك المرض

(1) الآباء المهاجرون: رغم أن كلمة pilgrims تعني "الحُجَّاج"، إلا أنها تُستَخدَم أيضًا للإشارة إلى الجيل الأول من المهاجرين الذين استوطنوا نيو إنجلاند، أو أمريكا. [المترجمة]

المسيحي، وأطلق عليه التاهيتيُّون المرض البريطاني. كان من الواضح أنه مرضٌ ينتمي لعَدُوِّك، أمَّا سكان أمريكا الأصليون فقد كانوا قد طوَّروا مناعةً ضِدَّه.

ظلَّ مرض الزهري وباءً في أوروبا طوال عصر النهضة وحتى القرن العشرين، عندما اكتُشِف علاج له. قبل ذلك، كان مرض الزهري يُعالَج بمُركَّبات سامَّة مثل الزئبق والزرنيخ (بما لا يختلف عن علاجات السرطان المعاصرة)، وتمَّ التعامُل مع آثاره الجانبية المتمثِّلة في التشوُّه باستخدام أنوف اصطناعية، وفي النهاية أُجريت أول جراحة تجميلية(148). وأخيرًا أصبح من الممكن مكافحة هذا المرض بفعالية مع المضادَّات الحيوية، البنسلين بالتحديد، والتي جاءت نتيجة الفهم المتزايد للتاريخ الطبيعي للحياة الميكروبية.

لَعبَةُ الدِّفاع

سبق أن أشَرتُ إلى العمل الدفاعي الذي تقوم به لنا ميكروبات الأمعاء التكافُليَّة، ممَّا يجعلنا أكثر أمانًا ضد الميكروبات الأجنبية، ويوضِّح لماذا يؤثر الماء في أماكن معيَّنة بشكل سلبي على مجموعات بشرية معيَّنة (حتى يطور هؤلاء الأعضاء البيئة الميكروبية القادرة على التَّكيُّف مع هذا الماء، على سبيل المثال). لكن علاج المرض يتضمَّن تقييمًا أكثر وعيًا لدورات الحياة البكتيرية والڤيروسية. قبل أن يفهم البشر نظرية الجراثيم المسبِّبة للمرض، كان علاج الأمراض البكتيرية صعبًا، وغالبًا ما يعتمد على التجربة والخطأ ويعتمد على تأثيرات المضادات الحيوية التي لم تكن معروفة في ذلك الوقت. على سبيل المثال، استخدم الإغريق والهنود فطريَّات العَفَن، واستخدم الروس التُّربةَ الدافئة، وكان الأطبَّاءُ السومريُّون يقدِّمون للمرضى حساء بيرة ممزوجًا بدرقات السلاحف وجلود الأفاعي، وعالج البابليون التهابات العين باللبن الرائب. كل هذه العلاجات تضمَّنَت مصادر طبيعية للمضادات الحيوية -دفاعات متطوِّرة عن طريق العَفَن وغيره من الكائنات الحيَّة سريعة التكاثر لمكافحة الميكروبات المسبِّبة للأمراض- وبالتالي كانت فعَّالةً إلى حَدٍ ما. وقد عرف المُسعِفون الأوائل أيضًا كيفيَّةَ كَيِّ جُرحٍ أو طرفٍ مَبتور، أو تعقيمه بالكحول، لمنع العدوى(149).

عندما اكتُشف البنسلين في أوائل القرن العشرين، تغيَّر مشهد الأمراض التي تصيب الإنسان، حيث وضع حدًّا للأوبئة البكتيرية مثل مرض الزهري. بدأ اكتشاف البنسلين كمراقبة بسيطة للتاريخ الطبيعي في أواخر سنوات العقد 1920، على يد ألكسندر فلمنج أثناء إجراء بحث على استزراع البكتريا ضمن مجال علم الجراثيم أو البكتريولوچي، والذي كان جديدًا آنذاك. لاحظ فليمنج أن العَفَنَ قد استوطن في بعض أطباق الاستزراع، على الأرجح من جراثيم العَفَن التي كان معروفًا أنها شائعة في الهواء. لكن ما لفت انتباهه هو أن العفن على أطباق استزراعه عندما تَلامَس مع البكتريا، ماتت البكتريا. فقام بصُنع عجينة من العفن ووجد أن الخليط قتل العديد من أنواع البكتريا التي كان يُعتَقَد أنها تُسبِّب أمراضًا بشرية. وسرعان ما عُرف البنسلين كعامِلٍ مُضادٍّ للبكتيريا، وتمَّ تصنيعه في المختبر.

يؤثِّر البنسلين ومعظم المضادات الحيوية الأخرى على البكتيريا على وجه التحديد دون تأثير ضارٍّ على أنواع الخلايا الأخرى، ويدخل إلى التاريخ التطوُّري للميكروبات لخوض حروبنا الميكروبية. بعبارة أخرى، يكمن جَمال المضادَّات الحيوية في أنها أسلحة مُستَمدَّة من سباق التسلُّح التطوري بين العفن والأعداء من الكائنات البكتيرية. إنها منتجات ثانوية لعملية التمثيل الغذائي، جُزيئات غير ضرورية لعملية التمثيل الغذائي، ظهرت من خلال الانتخاب الطبيعي للدفاع عن العَفَن ضدَّ البكتيريا- وهي ملمَحٌ يمكننا استعارته وتركيبه بشكل اصطناعي. والحق أنه من المستحيل معرفة عدد الأرواح التي أنقذها البنسلين، لكن أحد التقديرات يدَّعي أنه قد يصل إلى مائتي مليون(150).

في الوقت نفسه، يواجه البشر تحديًا جديدًا في الحرب ضد البكتيريا الخبيثة: أدى الإفراط في استخدام المضادات الحيوية إلى زيادة المقاومة البكتيرية، حيث تقوم البكتيريا بتحرُّكاتها التطورية التالية للتحايل على فعالية المضادات الحيوية. على مدى العقود الثلاثة الماضية، تمَّ اكتشاف أكثر من مائة مضاد حيوي جديد، وتصنيعه، والإفراط في استخدامه، غالبًا للحماية من العدوى، وليس كعلاج. علاوة على ذلك، وصلت الكمية الكبيرة من المضادات الحيوية المستخدمة في الزراعة الصناعية إلى البشر من خلال إمدادات الغذاء والمياه. والنتيجة هي أن المضادات الحيوية فقدت فعاليتها بمرور الوقت بسبب انتخاب وتطوُّر مقاومة الكائنات

المُسـبِّبة للأمـراض. حتـى الآن، لا يـزال البـشر يربحـون هـذا السـباق التطـوري بـين البكتيريـا المسـبِّبة للمـرض والمضـادات الحيويـة الجديـدة التـي يُصمِّمهـا الإنسـان، لكـن المعركـة مسـتمرَّة في المختـبرات في جميـع أنحـاء العـالم(151).

أمـا الأمـراض الڤيروسـية والطُّفيليَّـة، فهـي تتطلَّـب حلـولًا مختلفـة تمامًـا. كان مـن الصعـب عـلاج الڤيروسـات بسـبب حجمهـا بالـغ الصِّغَـر- فهـي أكـبر قليـلًا مـن خيـوط الحمـض النـووي (DNA) أو الحمـض النـووي الريبـوزي (RNA) التـي تتكاثـر داخـل الخلايـا الأخـرى. والڤيروسـات ليـس لهـا آليـة حيويـة خاصـة، فهـي تسـتخدم آليـة الكيميـاء الحيويـة البشريـة للتكاثُـر؛ ممَّـا يعنـي أن جهـاز المناعـة أو المُرَكَّبـات المضـادَّة للميكروبـات ليـس أمامهـا عـددٌ كافٍ مـن الأهـداف التـي ينبغـي علاجهـا. ورغـم أن الڤيروسـات هـي أكـثر أشـكال الحيـاة شـيوعًا عـلى وجـه الأرض، إلا أنهـا لم تُكتشَـف حتـى مـرور مائتـي عـام بعـد أن شـوهِدَت البكتيريـا تحـت الميكروسـكوب الأوَّليِّ لأنتوني ليوينهـوك Antony Leeuwenhoek في القـرن السـابع عـشر(152). فالڤيروسـات ليـس غـيرَ مرئيَّـةٍ فقـط، لكنهـا موجـودة بدِقَّـة في كل مـكان: في الهـواء والتربـة والمـاء؛ ممَّـا يجعلهـا مُشـكِلَةً صعبـة بشـكل خـاص.

حـدث أول عـلاج ناجـح للوقايـة مـن الأمـراض غـير البكتيريـة بالصـين في القـرن العـاشر، عندمـا انتـشر فهـم التاريـخ الطبيعـي ضـد ڤـيروس الجـدري. وعلى غـرار الطـب المبكِّـر الـذي يعـترف بفاعليَّـةِ العَفَـن ضـد الالتهابـات البكتيريـة، تكشـف العلاجـات الأوليـة ضـد العـدوى الڤيروسـية تأثـيرًا مبـاشرًا لملاحظـات التاريـخ الطبيعـي بعـد نجـاة بعـض ضحايـا الجـدري، قـام الأطبَّـاءُ بتلقيـح المـرضى الأصِحَّـاء بقـشرة الجـدري الجافَّـة مـن المـرضى الذيـن يعانـون مـن حـالات خفيفـة. كانـت هـذه القشـور تُسـحَق ثـم تُنفَـث في أنـوف الأفـراد الأصِحَّـاء، وسـوف يصابـون بعـد ذلـك بحـالات خفيفـة مُماثِلَـة مـن المـرض ويشـفون. انتـشر اسـتخدام "نفـخ الأنـف" في إفريقيـا والـشرق الأوسـط، وظـلَّ يمـارَس حتـى أواخـر القـرن السـابع عـشر (لم يكـن مُسـتَخدَمًا في أوروبـا أو أمريكا الشـمالية، حيـث كان يعتـبر مـن الفولكلـور). لم يحـدث التلقيـح ضد الجـدري في إنجلترا وأمريـكا الشـمالية حتـى أوائـل القـرن الثامـن عـشر. وأدَّى نجاحـه إلى اسـتخدام جـدري البقـر كلقـاح للجُـدَري، بنـاءً عـلى الملاحظـات التـي أظهـرت أن حلَّابـات اللبـن بَـدَوْنَ مُحصَّنـات ضـدَّ الجـدري أثنـاء الأوبئـة. وكان الطبيـب البريطـاني إدوارد چينـر Edward Jenner هـو مبتكِـر أول لقـاح للجـدري مـن الأبقـار المصابـة؛ ممَّـا أدى إلى اسـتخدامه

على نطاق واسع والقضاء النهائي على الجدري، فضلًا عن تطوير لقاحات إضافية للوقاية من أمراض ڤيروسية أخرى(153).

أدَّت فعالية اللقاحات إلى فهمٍ أكبر لجهاز المناعة عند الإنسان، وكيف يتعامل مع الكائنات المسبِّبة للأمراض، لأن اللقاحات تعمل عن طريق تحفيز جهاز المناعة لإنتاج أجسام مضادة لمحاربة مرض مُعيَّن دون إنتاج هذا المرض فعليًّا. نجحت اللقاحات في الوقاية من الجمرة الخبيثة والحصبة والكوليرا والإنفلونزا والدفتيريا والغدة النكفية والكزاز (التيتانوس) والتهاب الكبد A وB والسُّلِّ وحمَّى التيفوئيد وشلل الأطفال وداء الكلب والجدري والقوباء المنطقية (الحزام الناري) والحُمَّى الصفراء وسرطانات عنق الرحم والمستقيم والقضيب والبلعوم. وإذا تمَّ توفير اللقاحات الحالية على نطاق واسع للبلدان النامية، فيمكن أن تمنع وفاة أكثر من 6.4 مليون طفل خلال العقد القادم وحده، وتوفِّر تريليونات من الدولارات(154).

ربما يكون الجنس من أكثر الاستراتيجيات الدفاعية التي يتمُّ التغاضي عنها، رغم انتشارها، لمواجهة التهديد المستمر للأمراض الڤيروسية والبكتيرية. هذه الفكرة، "فرضية الملكة الحمراء"، تشير إلى أن الجنس تطوَّر لزيادة التبايُن الجيني للنسل، وبالتالي يُعظِّم من فرصة إنتاج نسل قادر على النجاة من العدوى المرضية. (سُمِّيَت هذه الفَرضيَّة باسم كتاب لويس كارول: "عبر المرآة" Lewis Carroll, Through the Looking Glass، حيث تقول الملكة الحمراء لأليس: "الآن، هنا، كما ترين، عليكِ بَذلُ كل ما تستطيعين من ركضٍ، لتتمكَّني من البقاء في نفس المكان"). تعكس فرضية الملكة الحمراء الحاجة إلى أن تتطوَّر مجموعات العوائل باستمرار لكي تتفادى أن تطغى عليها مُسبِّبات الأمراض؛ لأن مُسبِّبات الأمراض الملزمة تخضع لضغط انتخابي في كل الأوقات لإصابة المزيد من العوائل (شكل 6.4). في عام 1949، أشار چون هالدين J.B.S Haldane، أحدُ مُؤسِّسي علم الوراثة والتوليف الحديث للبيولوچيا التطورية، إلى أن الأمراض المُعدِيَة كانت أحد العوامل الرئيسية للانتخاب الطبيعي للبشر منذ الثورات الزراعية. رغم أن تعرُّضَ السُّكَّان لمرض جديد في البداية كان يمكن أن يؤدي إلى تدميرهم وربما القضاء عليهم تقريبًا، فإن تكوينهم الجيني يتكيَّف مع الأمراض بمرور الوقت، بغَضِّ النظر عن استجاباتٍ مناعيَّة مُحدَّدة. هذه هي القاعدة العامة لمعظم الأمراض،

بما في ذلك الجدري والإنفلونزا والطاعون والأمراض المنقولة جنسيًا. وبالتالي، من المحتمل أن يكون الجنس وعواقبه الوراثية مسؤولة عن كثير من التنوُّعات الجينية غير المفهومة في البشر والنباتات والحيوانات الأخرى. يتكون الجينوم البشري من ستة مليارات زوج من قواعد الحمض النووي (DNA) مع اختلاف الأفراد عن بعضهم البعض بنسبة أقل من 0.1 بالمائة، ويختلف البشر عن الشمبانزي بنسبة 4 بالمائة فقط. وباستثناءاتٍ قليلة، مثل الملاريا، فإن الأساس الجيني الفِعلي لهذه المناعة غير معروف. في نهاية المطاف، قد نكتشف حتى أن الغالبية العظمى من الجينوم البشري هي نفايات وراثية تاريخية، مخلَّفات من تاريخ التطور للدفاع عنَّا ضد مُسبِّبات الأمراض(155).



شكل 4.6. الملكة الحمراء وأليس تركضان "للبقاء في نفس المكان، من كتاب لويس كارول: عبر المرآة، وفي البيولوجيا التطورية، تقترح فرضية الملكة الحمراء أن التكاثُر الجنسي قد تطوَّر من أجل تقدُّم الأجناس في سباق التطوُّر المشترك، خاصة تلك الكائنات الأولية المُسبِّبة للأمراض، سريعة التطور، والمنتشرة في كل مكان. أعيد رسمها من فن المجال العام.

من الممكن أيضًا أن يكون الزواج الأحادي البشري من التطوُّرات المقصود بها مكافحة المرض. كان أسلافنا من الرئيسيَّات يعيشون على القنص والجمع، وكانوا مُتعدِّدي الزواج بشكل عام. مع الانفجار السكاني للثورة الزراعية، بدأ البشر يسكنون بكثافاتٍ عالية في المدن التي اعتمدت على منافع المجموعة التعاوُنيَّة- وهو مناخ مثالي لنقل الأمراض المنقولة جنسيًّا مثل الزُّهري والسَّيَلان، والتي تطوَّرَت لتعظيم نجاحها في هذه البيئة الجديدة. أصبح الزواج الأحادي وسيلةً للحَدِّ من انتشار الأمراض التناسلية عن طريق تقييد انتقال العدوى إلى شريك واحد. الزواج الأحادي موجود أيضًا عند الأنواع الأخرى التي تعيش في مجموعات كثيفة، ولكنه نادر في الأنواع الانفرادية. في حين أن الري لم يستقرَّ بعدُ على هذه الفكرة، ربما تكون الأمراض التناسُليَّة قد أدَّت إلى عاطفة، ومؤسَّسة، وصناعة، بالترتيب، في الشعور بالذنب، والزواج، والواقي الذكري(156).

إن المعارك الحالية بين الأمراض وعلاجاتها هي جزء من نفس الحرب التطوُّريَّة التي نشبت منذ بداية الحياة، ولكن على نطاق أوسع، والتي تصاعَدَت بسبب عواقب التعاون، والمدن المزدحمة، وشبكات تجارة الموارد التي نحتاجها الآن للبقاء على قيد الحياة. ربما نكون قد أفلتنا من السلسلة الغذائية، لكننا لم ننجُ بعدُ من معركتنا البدائية مع الكائنات الميكروبية وغير المرئيَّة. بالإضافة إلى شركائنا من الميكروبات التكافُليَّة، فإن البشر مجهَّزون بأداة فريدة لمحاربة الأمراض وعواقب الحضارة بشكل كبير: قدرتنا على الفهم الإدراكي وفك أسرار التاريخ الطبيعي من حولنا. قد نكون الأوعية أو الساحات التي لا تزال تستوعب صراعاتٍ بدائيَّةً عمرها ثلاثة مليارات عام، لكننا نتعلم باستمرار كيفية الاستجابة للبيئات وتعبئتها والتلاعب بتطوُّرنا. ومع ذلك، فإن قصتنا ليست قصَّةَ نجاح بعدُ. لقد أدَّت الحضارة إلى أنواع أخرى من سلوكيات الجينات الأنانية التي حَدَّت من قدرة الأفراد والمجتمعات البشرية على الازدهار.

الفصل السابع

السَّيطرَة مُقابِل التَّعاون

قبل أن يصنع الإنسانُ الحضارة القوية، الطبقية، التراتبية التي نحن عليها اليوم، عاش البشر قانِصين وجامِعين في مجموعات عائلية صغيرة، تعاوُنيَّة، مُمتدَّة(157). أما أسلافنا من الرئيسيات، فقد كانت القاعدة لديهم هي الصراع والعنف والهيمنة بين تلك الفرق المتَّصِلة وراثيًّا، ولكن بشكل أقل فيما بين أفراد الجماعة الواحدة، حيث كانت تحمل جيناتٍ أنانيةً مشتركة يمكن نقلها إلى الجيل التالي. لعب كلُّ عضوٍ في هذه الفرق دورًا أساسيًّا يتَّسِم بالمساواة في الحياة اليومية لثقافة الإنسان ما قبل الزراعة. لكن نتائج الزراعة -الانفجار السكاني، والفوائض الغذائية، والحيازات، والممتلكات، والسيطرة على الموارد- غيَّرت نمط الحياة هذا تغييرًا كبيرًا إلى نمط يرتبط بالصراع بين الجماعات الأسرية والثقافية والعرقية. (في المناطق فقيرة الموارد التي لم تشهد الازدهار الزراعي والسكاني، مثل المنطقة شبه القُطبيَّة في كندا، والمناطق الأسترالية النائية، والسافانا الإفريقية، استمرَّت ثقافات المجموعات العائلية الممتدة حتى حوَّلها العصر الحديث إلى مناطق جذب سياحي). تبارى هذا الصراع مع التعاون المتأصل في التنظيم الحضري الجديد للحياة والمجتمعات التي يتزايد فيها الصراع الطبقي.

إن تطوُّر الهيمنـة داخـل الأنـواع وفيـما بينهـا يسـير وفـق عمليـات غـير قابلـة للتغيير تؤثـر عـلى مجموعـة مـن الأنـواع بالإضافـة إلى البيئة نفسـها. والحـق أن الهيمنة يتـم اختيارهـا في المسـتوى الأسـاسي، لحفـظ وتعظيـم نقـل الجينـات إلى الجيـل التـالي. وهـذا يجعـل الانتخـاب مـن أجـل الهيمنـة عـلى مـدى أجيـال هـو العمليـة الأوَّليَّـة للحيـاة. بالنسـبة للأنـواع التـي تعيـش بشـكل جماعـي، مـن القِـرَدة إلى النمـل، يمكـن للجماعـات أن تُهَيمِـن عـلى الأفـراد؛ مـمَّا يـؤدي إلى انتخـاب سـلوك الجماعـة لتحقيـق أقـصى قـدر مـن النجـاح الجينـي للأفـراد. بالعـودة إلى الفكـرة التـي سـبق ذكرهـا لأول مـرة في المقدمـة، فـإن مبـادئ التنظيـم الـذاتي التـي تـؤدي إلى النجـاح التطـوري ناتِجـةٌ عـن نوعـين مختلفـين مـن التنظيـم الجماعـي. بعـض الأنـواع المجتمعيـة منظمـة عموديًـا، مثـل النحـل والبـشر، بـين خطـوط وراثيـة قريبـة للأفـراد ذوي الصلـة بحيـث يمكـن أن تصبـح المجموعـة وحـدة تشـغيلية للانتخـاب والهيمنـة. ويتـم تنظيـم أنـواع أخـرى بـين أفـراد غـير أقـارب، أو أفقيًـا، مثـل بلـح البحـر والمحـار وأشـجار الغابـات. في هـذه التجمُّعـات ذات القرابـة الضعيفـة، مـن المرجَّـح أن يعيـش الأفراد الذين يعيشـون في مجموعـات تعاونيـة لفـترة أطـول ويتكاثـرون بنجـاح، بغَـضِّ النظـر عـن القرابـة مـع غيرهـم في تلـك المجموعـة. هنـا يظـل الفـرد وحـدة الانتخـاب، لكـن سـلوك الجماعـة الـذي يحمـي الأفـراد مـن الأعـداء والمنافسـين والضغـوط البدنيـة يتفـوَّق عـلى هيمنـة الأفـراد. في كلتـا الحالتـين، فـإن مزايـا التعـاون للأفـراد مزايـا الحيـاة الفرديـة(158).

بالنسـبة للبـشر، كان للعمليـات التـي أدَّت إلى الهيمنـة عـلى السلسـلة الغذائيـة والانتخـاب الطبيعـي عواقـب إضافيـة شـكلت الوضـع الـذي نعيشـه اليـوم: عـالم مـن التفاوتـات الهائلـة التـي خلقـت ودعَّمَـت العديـد مـن مشـاكلنا الأكـثر إلحاحًـا. وكـما سـنرى، هـذه القصـة ليسـت مجـرد قصـة لقـادة أقويـاء يكتسـبون السـيطرة عـلى المجتمـع، بـل هـي بالأحـرى واحـدة مـن الوسـائل التنظيميـة الشـاملة للتعـاون التـي تدفعهـا الحضـارة إلى تجـاوز الحـد- إنهـا مشـكلة نظـام وليسـت مشـكلة فرديـة. لكـن القصـة أيضًـا لم تنتـه بعـد. لقـد فتحـت التغيـيرات في العـصر الحديـث صدوعًـا محتملة في تراتُبيَّـات الهيمنـة البشريـة.

قواعد الهيمنة الاجتماعية

كما هي أطروحة هذا الكتاب، فإن هيمنة بعض البشر على الأنواع الأخرى والبشر الآخرين هي نتيجة لنفس العمليات التي أوجدت التراتبيات الهرمية داخل عالم النبات والحيوان غير البشري. يتم شرح هذه العمليات من خلال "نظرية الهيمنة الاجتماعية"، والتي من خلالها يمكننا فهم تطور التراتبيات الهرمية للسيطرة والحفاظ عليها، في النبات والحيوان والإنسان. هذه النظرية قدَّمها جيمس سيدا نيوس James Sidanius وفيليسيا براتو Felicia Pratto، عالِمَا الاجتماع من جامعة هارفارد، لشرح التنظيم الاجتماعي البشري، ويمكن تعميم نظرية الهيمنة الاجتماعية لشرح الانتشار الشامل للتنظيم التراتُبي في مجموعات النباتات وفقًا لهذه النظرية، حيث يتم الحفاظ على التفاوتات الجماعية أو الفردية من خلال ثلاثة سلوكيات داخل المجموعة أو بين الأفراد: (1) التمييز المؤسَّسي، أو "قواعد الهيمنة"، (2) التمييز المتَّسِق وفقًا لقواعد الهيمنة، و(3) السلوكيات غير المتكافئة المنتشرة التي تعزِّز التمييز المتوطِّد وقواعد الهيمنة. تحدث التبايُنات السلوكية، أو اللا تماثُل بشكل عام، عندما يعامل أعضاء المجموعة المهيمنة أقرانهم بشكل أفضل ممَّا يعاملون أعضاء المجموعات التابعة. وتحدث حالات اللا تماثُل أيضًا عندما يُظهر أعضاء المجموعات التابعة عدوانية تجاه الآخرين أو عندما يضعف أداؤهم بسبب تدنِّي التوقُّعات- سلوكيات "الوقاية الذاتية الملهمة". يُعزِّز أعضاء المجموعات المهيمنة التراتبيات الهرميَّةَ عندما يكون لديهم أدوار أو سلوكيات تحافظ على الأساطير التي تقول إن التراتبيات المجتمعية جزءٌ طبيعي لا يتجزَّأ من المجتمع. شخصيات السُّلطة هذه التي تساعد في الحفاظ على التنظيم التراتبي هي، في الحضارات الإنسانية، العائلات الحاكمة وأعضاء بعض المهن مثل الشرطة، بينما في مجموعات الحيوانات غالبًا ما تتكون من أقوى الذكور أو ما يُسمَّى بالذَّكَر "الألفا"- وهذا في المجتمعات الساحلية يعني ببساطة أولئك الأفراد الذين لديهم أجسام كبيرة أو مُعدَّلات نُمُوٍّ سريعة مثل بلح البحر والبرنقيل والأعشاب البحرية(159).

أدَّت نظرية الهيمنة الاجتماعية إلى فرضية أن القيم الثقافية المشتركة على نطاق واسع أو قواعد الهيمنة (بما في ذلك سِمات مثل الحجم أو القرابة أو العمر) تُوفِّر مُبرِّرًا للسلوك داخل المجموعة، والذي يُشكِّل ويحافظ على الهيمنة

الاجتماعية ويؤدي إلى التنظيم الهرمي التراتبي. تشير الأنماط المماثلة في النبات والحيوان إلى أنه يمكن تطبيق قواعد تجميع مماثلة عبر السلالات المختلفة من النباتات إلى الرئيسيات. وهكذا يمكن لعلماء الاجتماع وعلماء البيئة أن يهتمُّوا بشرح نفس المشكلة -عدم المساواة داخل المجتمعات وفيما بينها- وحتى استخدام مبادئ مُماثِلَة لفهم هذه المشكلات(160).

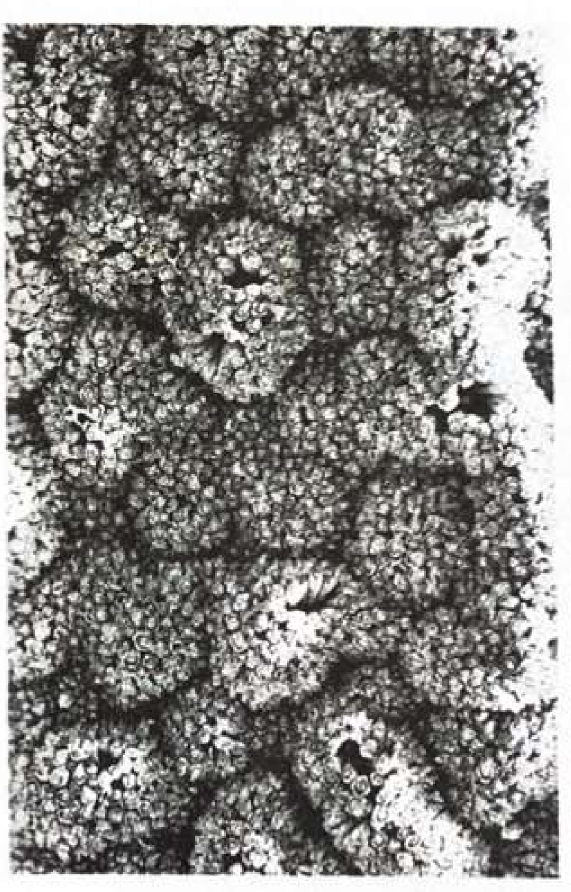
تُشكِّل قواعد الهيمنة البيئة حرفيًا، وتحدد المواضع ومسافات التباعد بين الكائنات الحية ومجتمعات الكائنات الحية التي تتراوح من مستعمرات النمل الأبيض الإفريقي إلى تجمُّعات البرنقيل وبلح البحر على السواحل، وحتى تطوُّرات الإسكان البشري. النمل الأبيض، على سبيل المثال، كائنات استعمارية، ويتم إنتاج وتنظيم كل مستعمرة حول ملكة مُهَيمِنة، نَسلُها يتكوَّن من مستنسخاتها الجينية. نتيجة لهذا التقارُب الجيني، يتعاون جميع أفراد النمل الأبيض في المستعمرة كما تفعل الخلايا في كائن مُتعدِّد الخلايا. ولأن مستعمرات النمل الأبيض تتنافس على الموارد؛ فإن التوازن بين التعاون والمنافسة يؤدِّي إلى مستعمرات النمل الأبيض ذات التنظيم الذاتي اللافت عبر مناطق السافانا الإفريقية (شكل 7-1).

يمكن أن تحدث أنماط مكانية مُماثِلة تعكس التنظيم التراتبي للسيطرة والتوازن بين القوى المهيمنة والتعاونية داخل وبين كائنات حية لا تجمعها قرابة وراثية. من السهل ملاحظة هذا بشكل خاص في الكائنات الحية الثابتة أو غير المتحركة. الكائنات الحية غير المتحركة، بما في ذلك الزراعة الأحادية للنباتات، وأحواض بلح البحر، والشواطئ المغطَّاة بالبرنقيل التي تتطوَّر على أسطحٍ متجانسة- تُشكِّل بشكل طبيعي أكوامًا متباعِدَة بانتظام، متناظرة، ذاتية التنظيم، أو ركام من الأفراد المهيمنة تنافسيًّا والمحاطة بأفراد تابعة تنافُسيًّا. هذه الأنماط المكانية مُنظَّمة ومتناسقة مثل مشروعات الإسكان المخطَّط لها، ولكنها ببساطة نتيجة ثانوية لعدم التناسق في الهيمنة، وهي تتضخَّم بمرور الوقت مع نمو الجيران (شكل 7-2). فالبرنقيل أو النباتات الفردية، على سبيل المثال، يمكن أن تحتفظ بمزايا تنافُسيَّة أوَّليَّة عن طريق الاستقرار أو الإنبات في وقت مبكِّر، أو عن طريق اختيار مَوْئِلٍ قد يكون أفضلَ على نحو تمييزه تقريبًا. ستؤدِّي هذه الميزة إلى تثبيط نمو الجيران وتؤدي إلى سيطرة مكانية منتظمة المسافات، وأفرادًا تابعين. لقد كانت مدن العصر الحجري الحديث المبكرة والمدن- الدول، والأراضي

الإقطاعيـة المزدحمـة في العصـور الوسـطى في جميـع أنحـاء أوروبـا والأناضـول والصـين تظهـر كلهـا بترتيبـات مماثِلـة ذاتيـة التنظيـم للمسـتوطنات البشريـة التـي عكسـت علاقـات الهيمنـة والتبعيـة بـين الجـيران. وإذا نظـرت مخلوقـات فضائيـة مـن الفضـاء، فقـد تـرى كُلًّا مـن أكـمات البرنقيـل المزدحمـة والمنظّمـة ذاتيًـا، والتطـوُّرات السـكنية الكلاسـيكية في لفيتـاون كعلامـات متطابِقَـة ومؤكَّـدة للتـوازن بـين الهيمنـة التنافسـية والتعـاون. إن التنميـط المـكاني اللافـت للنظـر لمشـاهد المـدن والكائنـات البحريـة عـلى طول الشواطئ حول العالم مُتشابِهَة بشكل مخيف (الشكل 7-3) (161).



شـكل 7-1: الحلقـات السـاحرة لتَـلِّ النمـل الأبيـض عـلى السـافانا الإفريقيـة. يعكـس التباعُـدَ المنتظـم بـين الأكـوام تـوازن العـدوان والتعـاون بـين المسـتعمرات التـي تتنافـس عـلى الغـذاء والمـوارد الأخـرى. Huang Jenhung/Shutterstock ©.



شكل 7-2 أوجه الشبه بين البرنقيل ونظام مباني المجموعة البشرية: أكمات برنقيل الشاطئ الشائع (Semibalanus balanoides) وتطوير المساكن في حي لفيتاون (Levittown)، نيويورك. في مجتمع البرنقيل، يعكس التباعُد المنتظم بين أكوام الأكمات المنافِعَ التي تعود على المجموعة من الجدران المشتركة للدعم الهيكلي ومشاركة المياه المخزنة، بالتوازن مع المنافسة على المكان والطعام. وتُظهر الصورة الجوِّيَّة لحي لفيتاون تباعُدًا منتظمًا بين المنازل، والذي يوضح بدوره منافع المجموعة من مِلكيَّة المنازل الفردية بالإضافة إلى المنافسة الفردية داخل الحي على المساحة. صورة البرنقيل بواسطة المؤلِّف. صورة لفيتاون: © Ewing Galloway/ Alamy Stock Photo.

فضلًا عـن ذلـك، تتداخـل بيئـة المجتمـع وعلـم الاجتمـاع بطـرق تتيـح لنـا اختبـار مجـال واحـد، علـم البيئـة، والأفـكار التـي قـد تـؤدِّي إلى رؤيـة مُتبصِّرة حـول السـلوك البـشري. رُسِـمَت صـورة هـذا الارتبـاط بشـكل واضـح في عـام 1975 في كتـاب لإدوارد أو. ويلسـون Edward O. Wilson، بعنـوان: Sociobiology (البيولوچيـا الاجتماعيـة)، وهـو كتـاب أعـاد التفكـير في السـلوك البـشري مـن خـلال تطبيـق التاريـخ الطبيعـي والتفكـير التطـوُّري عـلى سـلوك جميـع الحيوانـات بمـا يشـمل الإنسـان. كان اسـتقراء ويلسـون للمنطـق التطـوري للسـلوكيات الاجتماعيـة، مـن التعـاون إلى العـدوان، إبداعًا رياديًـا في ذلـك الوقـت، وقـد أثـر بشـكل كبـير عـلى الميادين العلميـة لعلـم البيئـة التطوريـة وسـلوك الحيـوان. هـل خوفنـا المشـترك مـن الثعابـين حقًّـا سِـمَة موروثـة مـن ماضينـا عندمـا كُنَّـا نعيـش عـلى الأشـجار؟ هـل الميـل الجِنـسيُّ بـدون تمييـز عنـد الذكـور هـو نتـاج تعظيـم اللياقـة؟ هـل التقسـيم الجنـسي للعمـل خاصِّيَّـة بدائيـة موروثـة؟ الحـق أننـا لسـنا معتاديـن عـلى التفكـير في سـلوكياتنا الأساسـية ولا نشـعر بالراحـة عنـد التفكـير فيهـا عـلى أنهـا تشـكَّلَت مـن خـلال نفـس عمليـات الانتخـاب الطبيعـي التـي تؤثِّـر عـلى النمـل والطيـور والرئيسـيات الأخـرى، وقـد تعـرَّض كتـاب ويلسـون لمجـادَلاتٍ حـارَّة، حتـى داخـل النخبـة العلميـة(162).

عَصْرُ الإنسان

بمجـرَّد أن أصبـح الإنسـان العاقـل عـلى قـدر كافٍ مـن الـذكاء يمكنـه مـن فهـم القواعـد البسـيطة والقويـة للانتخـاب الطبيعـي التـي تتحكَّـم في محيطـه، تمكَّـن مـن تحويـل الانتخـاب الطبيعـي إلى أداة خاصـة بـه، والتلاعُـب بهـا لصالحـه. دشَّـن البـشر "الانتخـاب المصطنـع"؛ ممَّـا أدَّى إلى تعقيـد وتغيـير القواعـد التـي كانـت تحكـم تطـور الحيـاة لأكـثر مـن ثلاثـة مليـارات سـنة. لقـد رأينـا بالفعـل الاسـتخدامات المبكـرة للانتخـاب الاصطناعـي في كيفيـة تربيـة البـشر بشـكل انتقـائي للنباتـات والحيوانـات المدجَّنـة، بمـا في ذلـك الملفـوف الـبري والقمـح والـكلاب، متجاهلـين النجـاح في التكاثـر في البريـة لصالـح لـون المعطـف، والمـزاج، والحجـم، واللحـوم، وإنتـاج الحليـب والقيمـة الغذائيـة وصفـات أخـرى.





شكل 7-3: أنماط توزيع متماثِلَة في على السواحل سواء في المجتمعات البشرية أو تجمُّعات الكائنات البحرية. لاحظ كيف أن الواجهة البحرية المعاصرة في الجانب الشرقي الأدنى من مانهاتن تعرض منافسةً واضحةً على الحَيِّز والتعاون بين البشر، تمامًا كما يُظهر الشاطئ الصخري لنيو إنجلاند تأثيرات نفس تلك القوى على الكائنات البحرية. صورة لمدينة نيويورك: Melpomenem / Dreamstime.com. صورة لشاطئ نيو إنجلاند: بإذن من كاثرين ماتاسا Catherine Matassa.

ما يمكن أن نتعلمه من النباتات غير القادرة على التكيُّف أو مقاومة التلاعُب بها، هو أن التبادل التطوري المشترك مع البشر أدَّى إلى نجاحٍ تطوُّريٍّ بالنسبة لبعض الكائنات الحية، ليس بسبب الانتقاء الطبيعي، بل نتيجة الهندسة العملية التي استخدمها البشر لإعادة تشكيل تلك الكائنات من أجل منفعتهم الخاصة. في العالم الطبيعي، أدَّت التبادلية بين الأزهار ومُلقِّحاتها، على سبيل المثال، إلى تنوُّعٍ عالمي وهيمنة كل من النباتات المزهرة والحشرات التي تساعد على تلقيحها؛ وبالمثل، "جلب" البشر الحيوانات والنباتات والميكروبات التي تطوَّرَت بشكل طبيعي وصناعي مع البشر في طريقهم إلى بسط هيمنتهم على العالم كله. يمكن أن تكون العلاقة بين هذه الكائنات والبشر تكافُليَّة أو أكثر طُفَيليَّة، تمامًا كما تم تحويل الحشائش إلى قمح، والملفوف البري أصبح من الخضروات الشائعة، وأصبحت الكائنات المتعايِشَة مثل الجرذان والصراصير والهندباء والحشائش السرطانية هي أيضًا سائدة في الكوكب بفضل السيطرة البشرية.

أدَّت حلقات ردود الفعل الإيجابية المتبادَلة بين التدجين والنمو السكاني إلى جعل البشر أكثر هيمنةً، فقد منحتهم قدرة أكبر على التحكُّم -مع الاستثناءات المهمة التي نوقِشَت في الفصل السادس- السلسلة الغذائية وانتشارها على أراضٍ جديدة، في حين أن العيش الجماعي التعاوني كان حمايةً لهم من الحيوانات المفترسة والمنافسين الآخرين. تطلَّبَت حياة التوطُّن الناجحة مستوياتٍ جديدةً من التعاون البشري من ناحية، لكنها أدَّت من ناحية أخرى إلى فقدان ثقافة الحرية الفردية واستبدالها بتراتُبيَّة هَرَميَّة بشرية شديدة الطَّبقيَّة. كانت الموارد الأكبر تتطلَّب إدارةً أكبر، وكان ينبغي حماية الطبقة المتنامية من العُمَّال والمزارعين: وهذا يعني أن مجموعة صغيرة من القادة أصبحت مُتزايِدَةَ القوة، وأصبح التنظيم التراتُبي للمدينة- الدولة هو المعيار للتنظيم الحضري. مكانيًّا، وحَّد نموذج المدينة- الدولة أيضًا التنظيم الذاتي للفلاحين حول نُخبَةٍ حاكمة مركزية أو نووية(163).

كانت هيمنة النخبة الحاكمة منذ الحضارات الأولى فصاعدًا تنحصر في أن طبقةٍ حاكِمةٍ صغيرة تكفي، من خلال آليات الهيمنة الاجتماعية الصارمة، بما في ذلك العقاب العنيف للعصيان، لقمع الفلاحين والعبيد الذين يُشكِّلون أكثر من 90 في المائة من إجمالي السكان. يمكننا أن نرى ذلك من خلال الأشغال العامة الهائلة، مثل الأهرامات، التي شُيِّدَت لتكريم أو حتى تأليه حكام مصر

القدامى، والهلال الخصيب، وآسيا، والتي تطلَّبَت العمل، وغالبًا حياة الآلاف من هؤلاء العمال. سادت هذه التراتبيات الهرمية المبكِّرة في جميع أنحاء إفريقيا وأوروبا وآسيا لآلاف السنين، وغالبًا كانت شبيهة بالتنظيم الاجتماعي لمستعمرة النمل أو خلية النحل حيث يتمُّ التحكُّم في أعضاء المجتمع ليعملوا كأعضاء لكائن حي واحد. أصبحت مكانة الفلاح ثابِتةً في الحياة بشكل دائم، ولم تكن تختلف عن وضع العُمَّال الفقراء في عالم اليوم. ومثل حالات مستعمرات النمل الأبيض وجماعات الشمبانزي، كان الصراع العنيف هو القاعدة بين المدن- الدول المتجاورة أو الأنواع، بينما كان التنظيم الاجتماعي والتعاون أكثر شيوعًا داخل المدن- الدول البشرية وخلايا النحل وأحواض بلح البحر وغابات الأعشاب البحرية(164).

استخدَمَت الطَّبقةُ الحاكمة العُنفَ والتهديد بالعقاب العَلنيِّ كطريقةٍ لفرض وتعزيز وتقوية هيمنتها الصارمة وسيطرتها على الجماهير منذ ثقافات الهلال الخصيب الزراعية المبكِّرة وحتى في العصور الوسطى. كانت عمليَّات الإعدام العلنية المنتظمة التي تنطوي على التعذيب الجسدي طريقة شائعة لتأكيد سيطرة الطبقة الحاكمة على الجماهير الخائفة. يلخِّص ستيڤن بينكر Steven Pinker مدى ما يمكن أن يبذله الحُكَّام لإذلال وتحقير وإيلام الفلاحين الذين سرقوا أو عصوا الحُكَّام أو لم يتبعوا حتى أبسط القواعد(165). كان بتر أعضاء الجسم مثل اليد أو الذراع أو جدع الأنف عقوبةً شائعة على الجرائم الصغيرة، مثل قيام الأطفال بسرقة الطعام أو التعدِّي على ممتلكات الغير، بينما كانت عمليات الإعدام السادية الوحشية التي تتميَّز بمشاهد بطيئة من التعذيب، مثل التمزيق على أداة تعذيب بَشِعَة أو التعليق على خشبة أو صليب، تُعرض على جمهور كبير ليعرف الناس ماذا سيحدث إذا ارتكب المرءُ جريمةً أكثر خطورة. يمكن أن تنطوي الجرائم الخطيرة على أي إهانة للحكَّام- النظر في أعينهم، أو معاشرة عبيدهم، أو قطع الأشجار في الأراضي العامة لاستخدامها في الحطب. كان الجناة يُترَكون في الأقفاص المرتفعة في برج لندن حيث يموتون موتًا بطيئًا ومؤلمًا من الجوع على مرأى من الجميع ليتعلَّموا منها، هذه الأقفاص اليومَ شواهِدُ أثريَّةٌ على تلك الأساليب الوحشية للإعدام. ازدادت قسوة التعذيب والإعدام العلني كثيراً خلال العصور الوسطى لدرجة أن استخدام المقصلة لقطع الرؤوس كان يُعتَبَر أكثر إنسانيَّةً. لكن الموت بالمقصلة كان لا يزال يحدث في الأماكن العامة،

لأن مشهد العقوبة لا يَقِلُّ أهمِّيَّةً عن العقوبة نفسها للسيطرة على الجماهير والحفاظ على هيمنة النُّخبة الحاكمة.

كان العبد هو أدنى درجات سُلَّم الهيمنة الاجتماعية هذا. كانت العبودية البشرية جزءًا من التنظيم الهرمي على الأقل منذ بداية حضارة ما بعد الزراعة. ابتداءً من غنائم حرب أو استعباد المدينين حتى يتِمَّ سَدادُ قروضهم أو فواتيرهم، سَدَّت العبوديَّةُ احتياجات العائلات الأرستقراطية المهيمنة التي كانت بحاجة إلى العديد من العمال لإدارة قطع الأراضي الكبيرة التي يمتلكونها. في الحضارات اليونانية والرومانية القديمة، كان ثُلُث السُّكَّان مُستَعبَدين. لكن العبودية أصبحت عتيقةَ الطراز في أوروبا الغربية؛ لأنها كانت نموذج عمل أقل ربحيَّة ويمكن الحفاظ عليه بسهولة من مجرَّد إعطاء الفلاح قطعة أرض صغيرة ليعمل عليها ويدفع الجزية(166).

من أعظم المفارَقات في تاريخ البشرية أن العائلات الحاكمة التي عذَّبَت وأرهَبَت أتباعها ودفعتهم للاعتقاد بأنها آلهة هي نفس السُّلالات المَلَكيَّة التي لا تزال تحكم البلدان في جميع أنحاء العالم فعليًا أو بشكلٍ رَمزيٍّ. وغالبًا ما تحظى بالتبجيل من قبل رعاياها على الرغم من أنها نفس العائلات التي أرهبت وأذلَّت وقتلت شعوبها لتتمكَّن من قهرهم وحُكمهم حُكمًا مطلقًا. ورغم وجود العديد من التمرُّدات والثورات ضد العائلات الحاكمة -مثل الثورة الوحشية في روسيا، التي قتلت سلالات حاكمة كاملة- إلَّا أن العائلات الملكية المحترمة ذات الماضي الدموي لا تزال شائعة في جميع أنحاء العالم.

للسيطرة على العبيد وتعزيز الهيمنة الاجتماعية، كان أحد التكتيكات التي لجأ إليها البشر عملية الإخصاء. كان أعداء الحرب -أمواتًا أو أحياء- يتعرَّضون للإخصاء لإظهار هيمنة المنتصر، وفي ثقافات عديدة، كان يتمُّ إخصاء الكَتَبَة الذُّكور وألمع المستشارين لجعلهم أقلَّ طموحًا وتهديدًا وعدوانيَّةً للحُكَّام، وكذلك ليكونوا أكثرَ تركيزًا في أعمالهم. مورِسَت تهديداتُ إخصاء الذكور من اليونان القديمة إلى الإمبراطورية البيزنطية، وفي بلاد فارس تمَّ إخصاء العبيد الذكور من البلدان السَّلافية وإفريقيا لجعلهم أكثرَ طواعية. وليس من المستغرب أن يستخدم

الإنسانُ الإخصاءَ أيضًا في تدجين الحيوان للسيطرة على الذكور المهيمِنَة والعنيفة من حيوانات المزرعة(167).

قد يبدو لنا الإخصاء بما يحمله من معنًى رمزيٍّ يختصُّ حصريًّا بالبشر، لكن الواقع أن للإخصاء تاريخًا تطوُّريًّا ثريًّا كان البَشَرُ يسيرون على هَدْيِه ببساطة. فأنواعٌ كثيرة من الطفيليات، على سبيل المثال، تقوم بإخصاء مُضيِّفيها، وتحويلهم إلى إناثٍ كبيرة الحجم تُنتِجُ ذُرِّيَّة الطفيل الذكي بدلًا من ذُرِّيَّتها هي نفسها. وبالمثل، يتمُّ تحييد ذكور الحشرات الاجتماعية هرمونيًّا بحيث تصبح طيِّعَةً ومُخلِصةً للعمل في الخلية أو المستعمرة. والإخصاء له نفس الدافع التطوُّري، سواء في البشر أو النباتات أو الحيوانات: لزيادة الإنتاج التناسُلي أو اللياقة البدنية للخاصي عن طريق التلاعب بهرمونات المخصي(168).

المثال الأكثر تطرُّفًا للسيطرة الاجتماعية من خلال التلاعب بالجنس في الفقاريات هو في أحد أنواع سمكة الببغاء التي تعيش في الشِّعاب المرجانية والتي تعيش في مجموعاتٍ يُطلَق عليها "حريم الشِّعاب المرجانية" وأقاربها، التي تسمَّى لابرويدي labroids. اكتسبت اللابرويدي سيطرةً اجتماعية تطوُّريَّةً على تغيير الجنس: يتكوَّن حريم سمكة الببغاء من ذكَر مُهَيمِن مُحاطٍ بإناث، بينما تُطرَدُ الذُّكور الأخرى الأصغر حجمًا من الحريم. عندما يموت الذَّكَرُ الألفا، المسيطِر (أو إذا أزاله عالم الأحياء من المجموعة)، تخضع أكبر سمكة بين الإناث، رغم أنها أنثى، لحالَةٍ من تغيير الجنس هرمونيًّا، وتتحوَّل إلى ذَكَر ألفا في غضون أيام قليلة. وهذا يتيح للأسماك الأكبر والأكثر سيطرةً المنافسة على تمرير جيناتها إلى الجيل التالي(169).

لكن عالم الحيوان ليس ذكوريًّا حصريًّا: هناك أيضًا أمثلة على هيمنة الإناث وتغيير الجنس المتحكَّم فيه اجتماعيًّا في حيوانات أخرى. أحد الأمثلة المألوفة لمرتادي الشواطئ في نيو إنجلاند هو الحلزون المنزلق slipper limpet، والذي أطلق لينايوس(1) عليه اسم Crepidula fornicata. يمكن العثور على الكريبيدولا على الشواطئ المحميَّة من الأمواج، في أكوام من الحلزونات الفردية مُرتَّبة بدقَّة

(1) كارل لينايوس(1707-1778): Carl Linnaeus ويشتهر أيضًا بلقبه: كارل ڤون لينيه Carl von Linné، عالِمُ نباتٍ وحيوان سويدي الجنسية، وهو رائد علم التصنيف الحديث للأنواع الحيَّة، فهو الذي وضع نظام التسمية الثنائية الحديث (اسم الجنس واسم النوع). [عن ويكيبيديا، بتصرُّف، المترجمة]

مـن الأكـبر في الأسـفل وتعلوهـا حلزونـات أصغـر وأصغـر. أكـبر فـرد هـو الأنثـى الوحيـدة في الكومـة، وجميـع الأفـراد الأصغـر مـن الذكـور. وعكـس مـا يحـدث مـع سـمكة الببغـاء، فـإن إزالـة الأنثـى تُحفِّـز أكـبر الذكـور عـلى تغيـير جنسـه. والسـبب في هـذا الاختـلاف في تغيـير الجنـس الخاضـع للسـيطرة الاجتماعيـة هـو أن حجـم الإنـاث الكبـير يُتَرجَـم في الكريبيـدولا إلى إنتـاجٍ تناسُـليٍّ أكـبر، بينـما في أسـماك الببغـاء وغيرهـا مـن اللابرويـدي، تتحكَّـم الذكـور الكبـيرة في حريـم مـن الإنـاث الأصغـر. وهكـذا، في كل مـن القواقـع وأسـماك الببغـاء، يتـمُّ انتخـاب جينـات أكـبر الأفـراد وأكثرهـا نجاحًـا.

كان الإخصـاء في يـومٍ مـن الأيـام ممارَسـة شـائِعَة لـدى البـشر مـن أجـل السـيطرة والهيمنـة، ولكنـه اسـتُبدِلَ بآليَّـاتٍ أخـرى تُدعِّـم وتُوسِّـع مـن سُـلطَة الطبقـة الحاكمـة. لعـل أكـثر مـا يثـير الدهشـة مـن نتائـج الهيمنـة البشريـة هـو الاتجاهـات نحـو التهدئة والحضـارة، والتـي قلَّلَـت مـن العـدوان والعنـف البـشري(170). وكـما رأينـا، أدَّى ذلـك إلى خفـض مُعـدَّلات جرائـم القتـل بنِسَـبٍ كبـيرة منـذ العـصر البرونـزي حتـى اليـوم، وزاد مـن الضغـوط مـن أجـل التعـاون، وشـجَّع القـوى الثقافيـة والاجتماعيـة مثـل تلـك التـي نتجـت عـن تطويـر شـبكات التجـارة مـن أجـل المصالـح المتبادَلـة. وحتـى أن هـذه العمليـات أدَّت إلى تلطيـف السـلوك الاجتماعـي العـام واللغـة الفَجَّـة؛ مـمَّا يسـاعد عـلى الحَـدِّ مـن التفاعُـلات غـير المتكافئـة التـي تغـذِّي السـيطرة التراتبيـة. ومـع ذلـك، فـإن أهـم آليـات الهيمنـة والسـيطرة هـي القـوَّة الروحيـة وتمريـر الحُكـم مـن خـلال الوراثـة العائليـة. هـذه الآليـات، إلى جانـب التهدئـة والحضـارة، زادت مـن فُـرَص البقـاء عـلى قيـد الحيـاة والنجـاح الإنجـابي مـع التحكُّـم في الفكـر والحيـاة البشريـة.

الأسرَةُ والإله

كانـت الطبقـة الأرسـتقراطيَّة بشـكل عـام تنقـل هيمنتهـا عـلى الأرض والمـوارد والأشـخاص إلى نسـل العائلـة- وغالبًـا إلى الابـن الأكـبر، وهـي ممارسـة تُسـمَّى حـق البكـورة [ويُقصَـد بهـا حَـقُّ الابـن البِكـر في مـيراث الأسرة] والتـي جـاء ذِكرُهـا لأوَّل مَـرَّة في سِـفر التكويـن. ومـع أن حـقَّ البكـورة غالبًـا مـا أدَّى إلى صراعٍ دَمـويٍّ ومنافسـات أُسَريَّـة شَرِسَـة، إلَّا أنـه غالبًـا مـا كان يقـصر الحُكـمَ عـلى قِلَّـةٍ صغـيرة ذات صِلَـةٍ وراثيـة وخاضعـة لسـيطرة صارمـة. أمَّـا الأبنـاء الأصغـر سـنًّا (الذيـن لم يكونـوا مُسـتَعِدِّين لقتـل

إخوتهم) فلديهم في النهاية خيارات الفروسية أو الكهنوت، لأن طبقة النُّبَلاء فقط هم الذين يتعلَّمون القراءة والكتابة والتدرُّب على الفروسية أو الكهنوت. نجحت هذه "الخيارات الثانية" في وضع المعلومات والسيطرة العسكرية تحت تحكُّم الأُسرَة. تمكَّنَت العائلات من نشر نفوذها من خلال الدين وكذلك من خلال قدرة الفرسان على غزو أراضٍ وموارد جديدة وإخضاع الآخرين في إقطاعياتٍ متوطِّدة. سيطرت العائلات الحاكمة على الجماهير باستراتيجية الشرطي الجيِّد والشرطي السَّيِّئ. فكانت أوامر الحُكَّام وقواعدهم تُفرَض عن طريق تنفيذ عقوبات قاسية على كل مَن يخالفها. وفي المقابل، قدَّمت العائلاتُ الحاكِمةُ الراحة والأمل ونهاية سعيدة للجماهير من خلال إنشاء ونشر الأساطير الدينية التي وعَدَت بمكافآت مستقبليَّة لمن يتقبَّلون المعاناة راضين عن مكانتهم في الحياة. لقد كانت ضربةً ذات فائدة مزدوجة ومثالية لحماية الوضع الراهن لصالح الأقوياء(171).

كانت النساء يُعامَلن إلى حدٍّ كبير كسِلَعٍ أو أصول للمساومة الوراثية في معظم الثقافات المبكِّرة، ومنذ العصر البرونزي حتى العصور الوسطى، كُنَّ في الغالب يتعرَّضن للاستيلاء عليهنَّ كجُزءٍ من غنائم الحرب. وكان يجري تزويجُهنَّ في أوروبا الإقطاعيَّة وأماكن أخرى، بهدف عقد تحالُفاتٍ عائلية وراثية مع عائلات قويَّة كبيادِقَ سياسية، أو أصبحن جزءًا من النسيج الديني للثقافات أيضًا لتعزيز وتوسيع نفوذ العائلات الحاكِمَة المُهَيمِنة.

في جميع أنحاء أوروبا والشرق الأوسط وآسيا، أصبحت المجتمعات البشرية مُنظَّمةً في إقطاعيات عائلية منتظمة التَّباعُد وشبه مستقلة، أو، في الممالك الأكبر، مزارع حول القِلاع التي تحظى بحماية مكثَّفة. وعلى المستوى الإيكولوجي الأساسي، كان هذا الإعداد يُماثِل تشكيل النمط الحتمي لتجمُّعات النباتات والحيوانات البحرية الثابتة/ غير المتحرِّكة في الشِّعاب المرجانية والشواطئ الصخرية والمستنقعات. حتى عندما سيطر البشر على الكوكب، لم يتمكَّنوا من تجنُّب بعض العمليات والأنماط الأساسية للحياة نفسها، مثل التنظيم الذاتي للكائنات التابعة حول الكائنات المسيطرة المتنافسة- سواء كانت تلك الكائنات من البرنقيل المتجمِّع على الشاطئ، أو البشر في العصور الوسطى في أوروبا(172).

لكـن الهيمنـة الاجتماعيـة عنـد البـشر تختلـف عـن تلـك الموجـودة لـدى البرنقيـل؛ لأن الهيمنـة البشريـة يمكـن أن تُفـرَض ليـس فقـط بالحجـم والقـدرة، ولكـن أيضًـا مـن خـلال الأسـطورة الثقافيـة. والحـق أن ضَعـف الإنسـان أمـام الأسـاطير الثقافيـة يُفـسِّر لمـاذا في جميـع الحضـارات ذات المـوارد الوفـيرة، ينتهـي الحـال بتحكُّـم طبقـة حاكمـة صغـيرة مـن النُّخبـة بالجماهـير التـي تبـدو سـلبيَّةً أمـام أسـاطير الهيمنـة الاجتماعيـة- ممَّا يعطـي صـدًى إضافيًـا للمَثَـل القائـل "الفائـزون هـم مَـن يكتبـون التاريـخ". اليـوم، يتضـاءل دَورُ الديـن؛ مِـمَّا يعنـي أنـه قـد تخلَّى عـن سُـلطَتِه في خلـق الأسـاطير التـي تحافـظ عـلى الهيمنـة الاجتماعيـة: لقـد حلَّـت الـثروة إلى حـدٍّ كبـير محـلَّ الأسـاطير الدينيـة كعُملَـةٍ أو لغـة للسـيطرة عـلى السـلوك البـشري(173).

قبـل هـذا التغيـير، كان القـادة الدينيُّـون والطبقـة الأرسـتقراطية يُخضِعـون الغالبيـة العظمـى مـن البـشر عـلى كوكـب الأرض. في أوروبـا، يُشـار إلى الأيديولوجيـة التـي دعَّمَـت هـذا الاسـتعباد باسـم "سلسـلة الكينونـة العظمـى"، والتـي زعمـت ليـس فقـط أن اللـه قـد خـصَّ كُلَّ شـخص وكل شيء بهـدف، ولكـن أيضًـا أن هـدف المـرء هـو الـدور الاجتماعـي والاقتصـادي الـذي وُلِـدَ فيـه المـرء. (شـكل 7-4). وبعبـارة أخـرى، إذا وُلـدتَ عـلى هيئـة البرنقيـل، أو طائـر الحجـل، أو كنـت رقيقًـا أو قنًّـا، أو رَجُـلَ ديـن، أو حاكـمًا، فسـتبقى كـما أنـتَ: ليـس ثمَّـة إمكانيـة للحـراك الاجتماعـي. عـزَّزَت هـذه الأيديولوجيـة الهيـاكِلَ الهَرَميَّـة لأوروبـا في العصـور الوسـطى، وتكـرَّرَت عناصرهـا الأساسـية في جميـع أنحـاء العـالم لخلـق أنظمـة طائفيـة قسَّـمَت المجتمـع طبقيًّـا. وقامـت الهيـاكل الاجتماعيـة الروحيـة المماثِلَـة بتأمـين التراتُبيَّـة الهَرَميَّـة في النسـيج الثقـافي للثقافـات الإفريقيـة والشرقيـة في الهنـد والصـين، حيـث لعبـت الأسـاطير والحُـكَّامُ دور رجـال الشرطـة الجيديـنْ والسـيئين، عـلى التـوالي.



شكل 7-4: تصوير يعود إلى العصور الوسطى لسلسلة الكينونة العظمى، فكرة أن نماذج الحياة تولد في مكانها الصحيح مع عدم وجود إمكانية للحركة الرأسية. كانت تلك بالطّبع عقيدةً رَوّج لها النُّبلاء والكنيسة للحفاظ على نفوذهم. صورة المجال العام من Rhetorica christiana by Fray Diego de Valades (1579).

كانـت للكنيسـة والمؤسسـات الأخـرى مشـاركة نشـطة في اسـترضاء الجماهـير والسـيطرة عليهـا مـن خـلال الأسـاطير. لقـد أبقـوا السـكان في حالـة مـن الأُمِّيَّـة والخـوف، وعلَّموهـم أن المجاعـة والمـرض والحـرب هـي عقوبـاتٌ إلهيـة. ووضعـوا قواعـد تفـرض مـا يمكـن للمـرء أن يأكلـه، ومـا يمكـن أن يرتديـه، وكيـف ومتـى يمكـن للمـرء أن يمـارس الجنـس. في أوروبـا، أنشـأت المؤسسـات الدينيـة روابِـطَ اقتصاديـة، كانـت في الأصـل بالتحالـف مـع الوثنيـين، تتعلَّـق بصناعـة صيـد الأسـماك لدعـم تلـك المؤسسـات، وبدورهـا سـاعدت صناعـة صيـد الأسـماك مـن خـلال إقامـة صيام السـمك- وهـي أعيـاد دينيـة لا يمكـن فيهـا أن يـأكل المؤمنـون سـوى السَّـمَك، عـلى الرغـم مـن عـدم وجـود أي نـصٍّ مُقـدَّس حـول هـذه الطقـوس في المسـيحية. كـما لعبـت الكنيسـة دورًا فعَّـالًا في دعـم الحـروب الدينيـة التـي وسَّـعَت سُـلطَة الطبقـة الحاكمـة وحرَّكَـت الدوافـع الأيديولوجيـة إلى معـارك اقتصاديـة أو سياسـية- وهـي أداة للأسـف لا تـزال موجـودةً في عـالم اليـوم(174).

وكـما جـاء فيـما سـبق، قطَعَـت الأوبئـةُ والمجاعـات المَرَضيَّـة في القرنـين الرابـع عـشر والخامـس عـشر شـوطًا طويـلًا نحو كـسر القبضـة الخانقـة للديـن والأرسـتقراطية عـلى الجماهـير. لم تعـترف الوَفَيـاتُ الناجمـة عـن الأمـراض بالتراتُبيَّـة الهرميـة للسـيطرة البشريـة: ضربـت الوَفَيـاتُ الجماعيـة بشـكلٍ عشـوائي عـبر الطبقـات الاجتماعيـة. ومـع تَفـكُّك فـترات طويلـة مـن الهيمنـة، اندفعـت الـدُّوَل كخليَّـة نحـلٍ مُضطَرِبـة، لتُلقـي بطاقَتِهـا خلـف الاستكشـاف حيـث سـيطرت الممالـك الأصغـر -إسـبانيا والبرتغـال وهولنـدا وإنجلـترا- عـلى التجـارة البحريـة وأقامـت إمبراطوريـات اسـتعمارية. ورغـم أننـا نشـير إلى هـذه الفـترة مـن تاريـخ الإنسـان باسـم عـصر النهضـة والتنويـر، فقـد كان أيضًـا انتشـارًا مـن قاعـدة مـوارد اسـتُغِلَّت عـلى نحـو مُفـرِط، واسـتجابة للتاريـخ الطبيعـي المشـترك للاكتظـاظ والمـوارد المحـدودة- وبعبـارة أخـرى، كانـت هـي مـن الأسـباب والآثـار التـي أدَّت إلى أحـداث مثـل المـرض والمجاعـة. وكانت الأديان والأسـاطير لا تـزال تلعـب دورًا حيويًـا في تلـك الفـترة، حيـث أمَدَّت المسـتعمرين بسُـلطَةِ السـيطرة والاسـتعباد وتدمـير الحضـارات التـي التقـوا بهـا حديثًـا، مثـل حضـارات المايـا والمـزارع الأصليـة لأمريـكا الشـمالية والجنوبيـة وجـزر المحيـط الهـادئ(175).

خـلال هـذه المكابَـدات الأخـيرة للسـيطرة الدينيـة، في عـام 1215، تلقَّـت الطبقـة الأرسـتقراطية في أوروبـا ضربـةً مُدمِّـرةً أشـدَّ عُنفًـا: التوقيـع عـلى وثيقـة الماجنـا كارتـا

أو "الميثاق الأعظم" (Magna Carta)، وهـي وثيقـة قلبـت الحقـوق الإلهيـة للملـوك، وبالتـالي فكَّكَـت التواطـؤ الأوروبي للأرسـتقراطية والسُّـلطة الدينيـة(176). فُـسِّرَت روح الوثيقـة عـلى نطـاق واسـع وبـدأت تصيـب الفلاحـين بفقـدان الثقـة في "سلسـلة الكينونـة العظمـى". وغـرس هـذا التطـوُّر بـدوره بـذور تهديـدات أكـثر خطـورة عـلى الهيـاكل التَّراتُبيَّـة للمجتمـع، والتـي سـتصبح عـصر التنويـر في القـرن الثامـن عـشر، مـع الثـورات في فرنسـا وأمريـكا والتـي انتـشرت مثـل مـرض اجتماعـي فِكـريٍّ في جميـع أنحـاء العـالم. ولكـن عندمـا بـدأت هـذه الأشـكال الكلاسـيكية مـن التراتبيـة الهرميـة في التفـكُّك، لم يكـن المجتمـع قـادرًا بعـدُ عـلى تـولِّي مسـؤولية تطـوُّره: وبـدلًا مـن ذلـك، كانـت التغيـيرات المجتمعيـة والتنظيميـة التـي حدثـت مدفوعـةً بقيـود التاريـخ الطبيعـي وأفسـحت المجـال أمـام قـوى جديـدة وهيمنـة جديـدة. كان العلـم إحـدى تلـك القـوى الجديـدة.

قوّة المعلومات

العِلـمُ نفسـه قديـمٌ قِـدَم البـشر، فحتـى أسـلافنا الأوائـل كانـوا بحاجـة إلى فهـم مُعقَّـد للتاريـخ الطبيعـي مـن حولهـم (وهـو أمـر يـكاد يكـون مسـتحيلًا بالنسـبة لنـا اليـوم). كان التاريـخ الطبيعـي هـو أوَّل عِلـمٍ مُحـدَّد يشـمل تحـت مظلَّتـه علـوم الأحياء والچيولوچيـا والفيزيـاء، وقـد أدركـت العديـد مـن الحضـارات منـذ وقـت مبكِّـر فوائِـدَ مراكـز التعلُّـم القويـة. كانـت أقـدم جامعـة عامِلَـة عـلى نحـوٍ مسـتمر، عـلى سـبيل المثـال، هـي جامعـة القرويـين في فـاس، بالمغـرب، التـي تأسَّسَـت عـام 859 م، وكانـت الجامعـات الأقـدم مثـل أكاديميـة جُنديسـابور Gondishapur قـد بُنِيَـت في القـرن الخامـس الميـلادي في إيـران. الصـين أيضًـا لديهـا تاريـخ قـويٌّ للعلـوم والتكنولوچيـا- لكـن حُـكَّام كُلٍّ مـن الإمبراطوريتـين الصينيـة والفارسـية حظـروا العِلمَ والفلسـفة عندما خضعـوا لسـيطرة ثيوقراطيـة صارمـة، وأغلقـوا بعـض هـذه الجامعـات الأقـدم(177). كان العِلـمُ دائمًـا مدينًـا بالفضـل للفاعلـين الاجتماعيـين الأكـثر نفـوذًا وقـوَّةً، كـما أن تهميـش العلـم قديـم قِـدَمَ الحضـارة نفسـها.

وإذا تقدذَمنـا إلى الثـورة الصناعيـة في القرنـين الثامـن عـشر والتاسـع عـشر، نجـد أنـه لم يتـم إعـادة اسـتثمار القـوة في العلـوم والتكنولوچيـا فحسـب، بـل أدَّت أيضًـا إلى

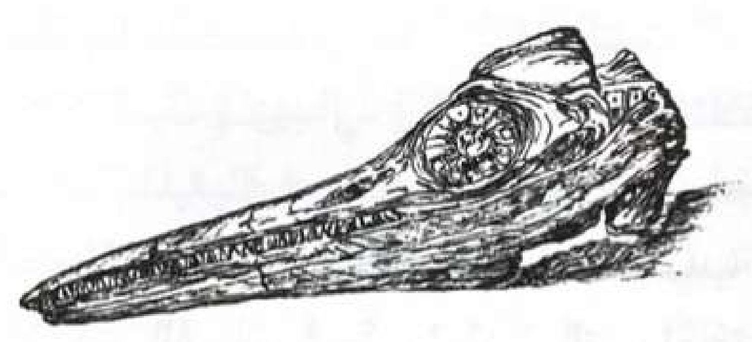
ظهور طبقة تُجَّار ثَريَّة استخدمت التقنيات الجديدة لتوسيع المشاريع التجارية. ومثل الثورة الزراعية قبلها، سَخَّرت الثورة الصناعية الفوائد الجماعية للجماهير لتحقيق أهداف كانت مستحيلةً بدون التعاون. عزَّز النُّموُّ السكاني المتسارع وردود الفعل الإيجابية، الثورةَ الصناعية في جميع أنحاء العالم؛ ممَّا أظهر مرَّةً أخرى قوَّةَ التعاون حيث أعاد السكان الأكثر تمكينًا تشكيل العالم وأعادوا تنظيم التراتبيات الهرمية، في تحدٍّ للطبقة الأرستقراطية والكنائس من خلال إتاحة فرص جديدة لعامة الناس. في الثورة الصناعية، أظهر تحدي طبقة التجار حدود "سلسلة الكينونة العظمى": لقد استطاع العُمَّالُ شَقَّ طريقهم إلى الأدوار الإدارية والقيادية في الأعمال التجارية، ولم تَعُد المكانة الاجتماعية من المكوِّنات الثابتة في حياة المرء.

علاوة على ذلك، كان العلم والتكنولوچيا قادِرَيْن على الوفاء بوعود لا يستطيع الدين الوفاء بها، مثل توفير حياة أفضل. من علاجات الأمراض إلى التطوُّرات الصناعية، أدخل العلم تحسيناتٍ على حياة الأحياء بطُرُقٍ لم يستطِع الدين -خاصَّةً أثناء الطاعون الأسود- القيامَ بها. بدأت الثقافات الإنسانية عَمَليَّةَ العلمنة، وعملت الكنيسة على الدفاع عن وضعها الراهن من خلال اعتبار العِلم عدوًّا لها، وهو تكتيك استخدمته منذ حُكِمَ على جاليليو بالإقامة الجبرية لأنه أكَّد أن الشمس، وليس الأرض، هي مركز الكون. في عام 1987، تمكَّنتُ من رؤية إحدى عواقب هذا الموقف الدفاعي عندما زُرتُ مُتحَفًا محليًّا صغيرًا للتاريخ الطبيعي في بليموث بإنجلترا. كان المتحف يحتوي على مجموعة رائعة من عظام الديناصورات التي اكتشفها المُزارِعون المحلِّيُّون في أوائل القرن التاسع عشر. في ذلك الوقت، كان العثور على عظام كبيرة مدفونة لحيوانات مجهولة يُعتبر لغزًا غير مفهوم؛ لأن الكنيسة أفادت بأن عمر الأرض لا يتجاوز 6800 عام؛ لذلك قامت الكنيسة المحلية بإخفاء العظام في قَبوِها حتى كان هناك الكثير منها، ووصل الأمر أن أصبح من غير الممكن إخفاؤها أكثر من ذلك.

في نفس الوقت تقريبًا، كانت ماري أنينج(1847 -1799) Mary Anning، عالِمَة التاريخ الطبيعي التي عَلَّمَت نفسها ذاتيًّا، قد بدأت في العثور على الحَفريَّات ودراستها في النتوءات البحرية المتآكِلَة في مسقط رأسها بمدينة دورست بإنجلترا (شكل 7 - 5). أصبحت أنينج من أوائل عُلَماء الحفريات الذين قدَّموا أدِلَّةً على مفهوم الزمن العميق؛ لأن الحفريات التي عثرت عليها تعود إلى العصر

الچيولوچـي الچـوراسي، منـذ حـوالي 145 - 200 مليـون سـنة. كان السُّـكّان المحلّيُّـون يعتقـدون أن حفريـات الديناصـورات التـي عـثرت عليهـا في منحـدرات الحجـر الرمـلي المتآكلـة عـلى طـول الخـط السـاحلي هـي آثـار تنانـين. وعـلى الرغـم مـن أنهـا لم تكـن قـادِرةً عـلى نـشر النتائـج التـي توصَّلَـت إليهـا بسـبب جنسـها، ونقـص التدريـب الرسـمي، والمكانـة الاجتماعيـة، إلا أنهـا لا تـزال واحِـدةً مـن أكـثر علـماء الحفريـات تأثيًرا في هذا الميدان(178).





شكل 7-5: ماري أنينج (1799 - 1847)، جامعة الحَفريّات الإنجليزية "الهاوية" الرائدة وعالِمَة الحفريات، اشتُهِرَت بالعثور على بقايا حفريات "تنين البحر" (الإكثيوصور Ichthyosaur)، وهو وحش بحري كبير منقرض. تحدّى اكتشافُها عِلمَ الحفريات في أوائل القرن التاسع عشر وأذهل عامّة الناس. صورة ماري أنينج: The History Collection/Alamy Stock Photo © رسم الحفرية: اعتمادًا على جمجمة الإكثيوصور التي اكتشفها جوزيف أنينج Joseph Anning، ونشرت في Philosophical Transactions of the Royal Society of London 104 (1814).

في منتصف القرن العشرين، بدأ التحوُّل العظيم التالي في الحضارة الإنسانية: عصر المعلومات. لقد أدى الانتقال من الصناعة إلى المعلومات إلى تسريع وتيرة التغيير الثقافي بشكل كبير- ورغم أنه من الحكمة أن نتذكَّر أن الحضارة، منذ بدايتها، كانت المعلومات وسيلةً للسيطرة على الجماهير وتعزيز السُّلطة. كانت المعلومات تُحفَظ بشكل روتيني عن عامَّة الناس وتُقصَر على النُّخبَة المثقَّفة، منذ حُكَّام بلاد ما بين النهرين الذين ادَّعوا أنهم مُمثِّلو الآلهة على الأرض؛ إلى الأُسَر الحاكمة المصرية الذين استخدموا الكتابة الهيروغليفية، التي لا يستطيع قراءتها سواهم هم وكَتَبَتهم، لتتبُّع التجارة؛ إلى الصينيِّين الذين غالبًا ما كانوا يَخصُّون الكَتَبَة حتى لا يستطيعوا استخدام معرفتهم كقوَّة. منعت الأديان أيضًا المعلومات من الوصول إلى الرَّعايا العاديين الذين ظلُّوا أُمِّيِّين مثل النساء والعبيد، وهي ممارسة لا تزال موجودةً في أجزاء من العالم اليوم. على سبيل المثال، كانت الشعائر الكاثوليكية حتى وقتٍ قريب جدًّا تُقدَّم عادةً باللغة اللاتينية؛ لإخفاء كلام الرب عن الناس العاديين. أتذكر أنني عندما كنتُ في سن المراهقة، كنتُ أحضر قدَّاسًا كاثوليكيًّا مع صديق، وكنت أشعر بالتواضع والإعجاب أمام هذه الألغاز(179).

لقد عمل عصر المعلومات على تسوية هذه التراتُبيَّات الهَرَميَّة بطُرُقٍ ما زلنا لا نفهمها تمامًا، وكشف الاختلافات الثقافية وعدم المساواة في جميع أنحاء العالم مع فتح إمكانيات أخرى. في عام 1990، كنت أغوص مع مجموعة من العلماء قبالة جزيرة بالقرب من بالي، في مكان كانت الثقافات المحلية لا تزال ذاتَ فاعِليَّة في الاقتصادات التقليدية لحصاد الأعشاب البحرية ونسج السِّلال. سافرنا بعرباتٍ تَجرُّها الحميرُ، وشاهدنا نساءً يَنخُلن الأعشاب البحرية على الشاطئ، وقد ارتدين تنُّوراتٍ من القماش فوق بشرتهن التي لوَّحَتها الشمس. كان المشهد من النوع الذي يوحي لي بأننا عُدنا إلى الوراء في الزمن. لكن، في طريق العودة إلى القارب، سِرنا فوق تلٍّ خلف الشاطئ. هناك رأينا سقفًا من القش يغطِّي أرضيَّةً تُرابيَّةً مزدحمة بالأطفال الجالسين. عندما اقتربنا، رأينا أنهم يشاهدون باهتمامٍ تلفزيونًا صغيرًا يعرض رسومًا متحرِّكة. لم تكن هذه أرضًا بدائيَّةً ومِثاليَّةً وخالية من التلوُّث، لقد كانت جزءًا من عالمنا اليوم، مثل منزلك أو منزلي.

إذا كان التاريخ هو دليلنا، فإن التطوُّرات الأخيرة في المعلومات والتكنولوجيا تشير إلى أن التغيُّرات السريعة للحضارة تلوح في الأفق. إن التغييرات الدائمة السابقة في تاريخ الحضارة كانت كلها ناجِمةً عن المعلومات أو الإبداعات التعاونية. إنها تُقلِّص الحجم الفعلي للكرة الأرضية عن طريق زيادة انتشار المعرفة، وتسطيح الحواجز بين الثقافات، وهي العملية التي تخلق في البداية فوضى ثقافيَّةً، وتثير الاضطراب في التراتُبيَّة الهرمية للهيمنة. النار، والصيد التعاوني، والزراعة، والتجارة البرية والبحرية، وعصر الاستكشاف للكوكب، والثورة الصناعية- كانت كلها عوامل تغيير لقواعد اللعبة. ولكنها أثارت بعض الفوضى في البداية، بما في ذلك الزيادات الدراماتيكية في العنف وسلوكيات تأكيد الهيمنة، ولكن مع مرور الوقت خُفِّفَت هذه الآثار بالنظام والتعاون، واللذين توصَّلنا إليهما عن طريق انتشار المعرفة والمعلومات. المعرفة تساوي القوة، وكما أن الحُكَّام والقادة الروحيين استخدموا المعرفة لإخضاع البشر في الأراضي الجديدة، فقد استطاعوا في البداية السيطرةَ على الجماهير، ولكن مع انتشار تلك المعرفة إلى الجماهير على نطاقٍ أوسع وأوسع، تطوَّر النظام والتعاون. لكن هذه أمثلة على التعاون الإرادي والغائي، بدلًا من الأعمال التعاونية في تاريخنا الطبيعي التي أدَّت إلى التطوُّرات في المقام الأول. وهذا يعني أن العالَم الأكثر تسطيحًا للمواطنين الذين يتزايد تمكينُهم يُقدِّم طُرُقًا "لاختيار" التعاون الذي يتحدى الدفع الأعمى للتطوُّر. تشمل الأمثلة طريق الحرير، وتطوير السكك الحديدية، والإنترنت: بينما عملت هذه الآليات في أوقاتٍ مختلفة وعلى نطاقات زمنية مختلفة، كان كلٌّ منها في البداية ينطوي على منافَسةٍ شديدة وزيادة في السيطرة الهرمية، ولكن بمرور الوقت قادت إلى انتشار واسع النطاق للمعلومات، والتي أدَّت في النهاية إلى زيادة التعاون الإرادي من خلال التجارة والأساطير.

ماذا سيحدث الآن، حيث يتزايد الانتشار العالمي للمعلومات ويتزامن مع أكبر تفاوُتٍ عالمي في الفرص وتوزيع الموارد شَهِدَه العالم على الإطلاق، وكذلك مع النمو السكاني غير المستدام، وتناقص الموارد، والتسمُّم الذي تسرَّب إلى قاعدة مواردنا العالمية؟

في الماضي، قوبِلَت التحوُّلات الكبرى في الحياة على الأرض بحلولٍ شامِلَةٍ وتعاونية تمَّ فيها الاعتراف بأن الكل أكبر من مجموع أجزائه. وبالمثل، فإن النُّظُم البيئية

علـى الأرض والخدمـات التـي تقدِّمهـا قـد تعـزَّزَت مـن خـلال التبـادُلات التعاونيـة التـي نوقِشَـت هنـا. ولكـن، مـا هـي الحلـول لحضارتنـا إذا وصلنـا إلى نقطـة يفـوق فيهـا نُموُّنـا السـكاني إمداداتِنـا مـن المـوارد عـلى مسـتوى العـالم؟ مـاذا يحـدث عندمـا يتعـارض النُّمـوُّ السـكاني المدفـوع بشـكلٍ تعـاوُنيٍّ مـع سـباقات التسـلُّح المتطـوِّرة مـن أجـل البقـاء؟ مـاذا نفعـل وقـد سَـمَّمنا العنـاصر التعاونيـة لأنظمتنـا البيئيـة ومنعناهـا مـن معالجـة محيطنـا المشـترك؟

القسم الثالث

القَدَر: إلى أين نحن ذاهِبون

لا أحدَ يُنقِذُنا إلَّا أنفسنا. لن يستطيع أيُّ شَخصٍ... ولن يُحاوِلَ حتَّى...

بوذا

الفصل الثامن

المركزيّة العِرقيّة والإنثوچينيّة لعالَمِنا

عندما أعلن الفيلسوف الفرنسي رينيه ديكارت في القرن السابع عشر قَولَتَه الشهيرة: "Cogito, ergo, sum" ("أنا أفكِّر، إذن أنا موجود")، كان يُعبِّر عن النظرة واسعة الانتشار بأننا نحن البشر متفوِّقون على أشكال الحياة الأخرى. نحن نحب كلابنا وقططنا وحيواناتنا الأليفة الأخرى، لكنْ قليلين منَّا يعتبرونها ذات تفكير عميق، تتساءل من أين جاءت، ومَن تكون أو أين تذهب بعد الموت. حتى مُحبِّو الحيوانات المتحمِّسون لا يتحدثون عن أساطير الكلاب أو يفكرون في فردوس للحيوانات الأليفة. إذن، فإن البشر قد يرون القِمَم العالية للثقافة التي يُمثِّلها الدين في الغالب تتويجًا لما يفصلنا حقًّا عن بقية العالم الطبيعي. الأساطير والأديان والمعتقدات التي جاءت من طهي اللحوم في حُفَر النار، والتي أدَّت إلى زيادة الطاقة من طعامنا؛ ممَّا أدَّى إلى نُموِّ الدماغ؛ ممَّا أدَّى إلى التواصل والتعاون واللغة وحَلِّ المشكلات؛ والتي بدورها أدَّت إلى انتخاب مستوى أعلى من نُموِّ الدِّماغ- هذه الأساطير والأديان والمعتقدات هي كلها إنسانية تمامًا، أليس كذلك؟

على أية حال، على الرغم من أن الكيمياء الحيوية للدماغ التي تمنح الإنسان الوعي ليست مفهومةً تمامًا بعدُ، فإن عواقب قدراتنا المعرفية عالية الأداء واضحة: لقد أدَّت إلى التساؤل عن معنى الحياة، وماذا نفعل الآن، وماذا سوف نفعل لاحقًا(180). كما أدَّت إلى خلق عِلم النفس، وعلم الاجتماع، والعلوم، والدين. لقد خلقت يوهان سيباستيان باخ، وبوب ديلان، والبيتلز، والحضارة. وهي ما يجعلنا قادرين على فعل أشياء أخرى في أيامنا غير التخطيط للطعام. وهي التي تجعلنا قادرين على قراءة هذا الكتاب.

بعبارة أخرى، قد نميل إلى الاعتقاد بأن الدين والفلسفة والفن، هذه الساحات التي نبحث فيها عن المعنى (المتمركز حول الإنسان)، تُمثِّل الفاصل الأساسي بين جنسِنا البشري وكل الأنواع الأخرى- والواقع أن القدرة على التفكير، التي تعني أنك "الحيوان العاقل" وفق تعريف أرسطو، تمَّ استخدامُها على وجه التحديد من أجل هذين التصنيفَيْن: هناك حيوانات وهناك بشر.

التاريخ الطبيعي يقول خِلافَ ذلك. فرغم أنه قد يكون صحيحًا أننا النوع الوحيد القادر على خلق الأساطير، فإن مثل هذه القوة لم تنشأ من فراغ، بل من نفس عمليات التعاوُن التكافُليِّ التي أدَّت إلى هيمنة الإنسان على الكوكب. قصة الأساطير التي نَمَت لتصبح دياناتٍ أصبحت جزءًا لا يتجزأ من ممارسة السُّلطة الاجتماعية على الآخرين، هي قصة تنطوي على بعض أغرب نظريات وفرضيات التطوُّر التعاوني في التاريخ الطبيعي وأكثرها إبداعًا. وبالتحديد، إنها قصة افتتاننا المستمر وفهمنا للكيمياء النباتية- ليس فقط للأغراض الطبية، كما سأشرح لاحقًا، ولكن أيضًا لخصائص نباتات مختلفة مُهَلوِسَة ومُغيِّرة للعقل. ورغم أن بعض هذه الفرضيات تعتمد على التخمين أكثر من غيرها، إلا أنها جميعًا تشير إلى علاقة حميمةٍ بين الهياكل الاجتماعية التعاونية البشرية وكيمياء النبات الدفاعية.

سوما ومعنى الحياة

الهندوسية هي أقدَمُ ديانةٍ موجودة ولها سِجِلَّاتٌ مكتوبة للممارسات الدينية- وأقدم النصوص الدينية الهندوسية، أو الڤيدا، هي الـ "ريجڤيدا" (والاسم يعني "الثناء على المعرفة" Rig Veda)، قد يصل عمرها إلى ستة آلاف عام، كُتِبَت

باللغة السنسكريتية، أقدم لغة هندية- إيرانية مكتوبة. يصف هذا النَّصُّ تحضيرَ واستخدام مشروب "سوما"، والذي يتيح للكهنة التواصُلَ مع الآلهة والعمل كقناةِ توصيلٍ بين الآلهة وعابديها. سيظهر مشروب سوما مرَّةً أخرى بعد آلاف السنين كعقار مؤثِّر على العقل في رواية ألدوس هكسلي المروِّعة Brave New World (عالَمٌ جَديدٌ شُجاع)، حيث تديرها الحكومة للسيطرة على السُّكَّان. في الرواية، يوصف سوما بأنه مُخدِّر المتعة المثالية، حيث يمنح مستخدميه "جميع مزايا المسيحيَّة والكحول؛ ولا شيء من عيوبهما"(181). لم تؤدِّ سوما إلى حروبٍ دينية ولم تستتبع إثمًا أخلاقيًا، ورغم ذلك فقد قدَّمَت الراحة والتخلُّص من القلق الذي يسببه الدين كعقيدة ذات مغزى وجودي.

لكن الروابط لا تنتهي عند هذا الحد: بعد حوالي عشرين عامًا من عالَمٍ جديد شجاع، كتب هكسلي كتابَه المثير The Doors of Perception (أبواب الإدراك)، حيث استكشف دور مُرَكَّبات النبات ذات التأثير النفسي باعتبارها بوَّابات إلى مستويات أعلى من الوعي(182). كانت هذه الفرضية موجودةً بالفعل في نفس كلمة "سوما"، التي لم يكن مصدرها معروفًا منذ فترة طويلة حتى تمَّ تعريفها بأنها الشكل السائل المعالَج من فِطر أمانيتا موسكاريا (Amanita muscaria)، المعروف باسم فِطر الذبابة. وتظهر المحاولات الحديثة لإعداد سوما كما جاء في الريجڤيدا أن المستَحضَر أزال سموم المنتجات الثانوية القاتلة من فِطر أمانيتا موسكاريا، وزاد من تأثيراته النفسية بطُرُقٍ من شأنها أن تجعل المستخدم في حالة وعي غير عادية.

من المحتمل أن حالات الوعي غير العادية هذه هي ما نشير إليه عندما نتحدَّث عن "التجارب الرُّوحية". أُطلق على المواد التي تُحفِّز هذا النوع من الوعي، مثل فطر أمانيتا موسكاريا، اسم إنثوجين "entheogenic" (المواد المؤثِّرة نفسيًّا)، وليس من المثير للدهشة الآن أن البشر لديهم تاريخٌ تطوُّريٌّ طويل مع الإنثوجينيات أو المواد المؤثرة نفسيًّا. هل من الممكن أن تكون الأساطير والديانات التي أشعرت الأفراد بالارتياح، وسيطرت على الجماهير، وأثارت الحروب، وكان لها أثرها في جميع نواحي حياتنا الثقافية تعود هي نفسها إلى التاريخ الطبيعي؟ عندما نبحث بعمق خلف أدياننا، ألن نجد أن جذور معتقداتنا وأساطيرنا هي بالضبط تلك "الجذور" النباتية؟

الأساطير الموازية والمتضارِبة

لكـن، قبـل الانتقـال إلى الركائـز الماديـة المحتَمَلـة للديـن، يجـدر بنـا مناقشـة المسـتوى الرمـزي أو الأيديولوجـي الـذي تشـترك فيـه الأسـاطير في جميـع أنحـاء العـالم بدرجـةٍ مـن التـوازي. تشـير الأسـاطير المتوازيـة بالفعـل إلى مصـادِرَ مشـتركة: والحـق أن علـماء الأسـاطير كثـيراً مـا بهرتهـم الأصـداء والتكـراراتُ في القصـص التأسيسـية للثقافـات المختلفـة. الـولادات العـذراء، عـلى سـبيل المثـال، شـائعة في قصـص العديـد مـن التقاليـد الدينيـة، بمـا في ذلـك المسـيح في المسـيحية، وكيتزالكواتـل Quetzalcoatl عنـد الأزتيـك، وهوجـي Houji، إلـه الزراعـة الصينـي(183).

تسـتمدُّ المسـيحيَّةُ عـلى وجـه التحديـد مـن عـدد مـن المصـادر السـابقة، مثـل الأسـاطير المصريـة القديمـة، التـي سـبقت المسـيحية بثلاثـة آلاف عـام، ورغـم ذلـك فقـد قدَّمـت تصويـرًا لجنَّـة عَـدْن، والخطيئـة الأصليـة، وإلـه الخلـق، والحيـاة الآخـرة التـي تشـمل الجنـة والنـار. كِـرْسِي جريفـز Kersey Graves، أحـد أعضـاء جماعـة الكويكـرز (جمعيـة الأصدقـاء الدينيـة)، وكان لـه دور رائـد في الحركـة المناهِضَـة للعبوديـة والداعيـة لإلغائهـا في أوائـل القـرن التاسـع عـشر، كتـب عـلى نطـاق واسـع عـن هـذه الروابـط والتناقضـات، مؤكِّـدًا أن الديـن يبالـغ في الحقيقـة وأن المسـيح كان شـخصيَّةً خياليـة جـاءت مـن التاريـخ الشـفاهي الأسـطوري القديـم. في عـام 1875، أوضـح جريفـز هـذه الحُجَـج في كتـاب: The World's Sixteen Crucified Saviors: Christianity before Christ (منقـذو العـالم السِّـتَّ عـشرةَ الذيـن صُلِبـوا: المسـيحية قبـل المسـيح)، وقـد تعـرَّض هـذا الكتـاب لانتقـادات رجـال الديـن في ذلـك الوقـت، بينـما اعتـبره الأكاديميـون عبقريًّـا. في هـذا الكتـاب، ذكـر جريفـز الحـالات الأخـرى "للحمـل بـلا دَنَـس"، والـولادات التـي أعلَنَـت عنهـا مُسـبَقًا تشـكيلات النجـوم، وحتـى حضـور الحكـماء أو الملـوك عنـد الـولادة. مـرة أخـرى، تُقـارَن الميثولوجيـا المصريـة عـلى نحـوٍ غريـبٍ بالمسـيحية مـن خـلال شـخصية حـورس، الإلـه الـذي كان لـه اثنـا عـشر مُريـدًا، والـذي وُلِـد مـن عـذراء بعـد أن أعلنـت النجـوم عـن ولادتـه. مثـل المسـيح، تـمَّ تعميـده في الثلاثـين مـن عمـره، وقـام بـأداء المعجـزات مثـل إحيـاء المـوتى والمـشي فـوق المـاء. كـما صُلِـبَ ودُفِـنَ في قـبر، ثـم قـام لاحقًـا ليصعـد إلى السـماء. كذلـك بـوذا، وكريشـنا في الهندوسـية يحمـلان شـبهًا مُذهِـلًا بالمسـيح، وتبـدو هـذه القصـة شـديدة الجاذبيـة بحيـث لا يمكـن التخـلِّي عنهـا(184).

كان لدمج الأساطير القديمة واستيعابها وتحويلها إلى أشكال معاصرة من المعتقدات دافعًا عمليًّا وسياسيًّا يتجاوز تغذية شكل غير مُعلَنٍ لإدارة المجموعة وتماسُكها. يحفل التاريخ بقصص الغزاة الناجحين -مثل الإسكندر الأكبر وجنكيز خان- الذين اختاروا تبنّي العادات والمعتقدات المحلية للحفاظ على السلام على الأراضي التي تمَّ غَزوُها مؤخَّرًا. في أوائل العصور الوسطى، تغيَّرَت المسيحية من بِدعَةٍ محظورة إلى دين الدولة بعد أن تحوَّلَت إليها زوجاتُ أباطرةٍ مثل شارلمان. ولجعل تَحوُّل شعب كامل إلى المسيحية مُستساغًا، تكيَّفَت ديانات مثل المسيحية مع العادات التي كانت سائِدةً قبلها، مثل أيام الأعياد التي احتفلت بالانقلاب الشتوي في ديسمبر والاعتدال الربيعي في مارس. في العصور القديمة، كانت هذه التواريخ أهمذَ معالم العام. اليوم، يتحدَّد موعد عيد الميلاد في توقيت الانقلاب الشتوي، وعيد الفصح في الاعتدال الربيعي، وهو الوقت الذي يحتفل فيه الوثنيُّون بتجدُّد الحياة. حدثت استعارةٌ مُماثِلة في الرمزية المسيحية، مثل استخدام الصليب الوثني بدلًا من الوتد التقليدي الذي من المحتمل أنه كان يُستَخدَم للصَّلب. كان الصليب بالنسبة للوثنيين رمزًا مهمًّا للإلهة الأم، ورمز السمكة، الذي لا يزال يُنظر إليه اليوم باعتباره رمزًا مسيحيًّا، كان في الأصل رمزًا يشير إلى إلهٍ وَثنيٍّ للولادة والخصوبة. حتى الكنائس المسيحية كانت تُبنى في كثير من الأحيان فوق الأماكن المقدَّسة القديمة؛ وبذلك فهي حرفيًّا كانت تَبني تقليدًا فوق آخر سابقٍ عليها(185).

على الرغم من دور التنشئة الاجتماعية وبناء المجتمع الذي تقوم به الأديان في الغالب للقادة السياسيين والفاتحين، فإن استخدام الدين لتعزيز غايات هؤلاء الحُكَّام أدَّى حتمًا إلى الصراع. مهَّدَت العقائد التي تعلن أنها تنقل بأمانة شديدة وثِقَةٍ إلهيَّةٍ كلِمةَ الله إلى الأرض لظهور الديانات المتضاربة وغير المتوافقة في جميع أنحاء العالم؛ ممَّا أدَّى إلى جائحة الحروب المقدَّسة التي لا تزال معنا. وضع صمويل هنتنجتون Samuel Huntington كتابه: The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order (صراع الحضارات وإعادة تشكيل النظام العالمي)، وهو كتابٌ مُؤثِّر وإشكالي، يتنبأ بزيادة الصراعات الدينية والثقافية بين الحضارات مع استمرار الزيادة السكانية في العالم(186).

لقد كانت الأساطير والتقاليد وأنظمة المعتقدات تقوم بتوحيد الثقافات. لقد كانت هي الغِراء الاجتماعي الذي أعطى معنًى للبَشَر ذوي الأدمغة الكبيرة. كانت الأساطير المتنافسة، أو حتى الجديدة، تُهدِّد هوية الثقافات المبكِّرة على مَرِّ التاريخ، ومن ثَمَّ، أدَّت إلى تعاوُنٍ وثيق داخل ثقافات مُعيَّنة وضد الثقافات الأخرى. رسمت الأساطير وأنظمة المعتقدات المختلفة خطوطَ المعركة بين الجماعات التي تتنافس بالفعل على الموارد. وهكذا أصبحت الجماعات مترابِطةً أو منفصلة في علاقة تنافُسيَّة وتعاونية على أُسُسٍ دينية، فأضافت سِجِلًّا روحانيًّا لعملية بيولوجية واجتماعية مستمرَّة. فَضلًا عن ذلك، كان الدين أداةً أخرى للحُكَّام والقادة لاستغلالها والسيطرة على السكان الذين يعيشون تحت حكمهم، مع النمو المتزايد لهؤلاء السكان بمرور الوقت.

تتشابه معارك وروابط الأساطير الثقافية ظاهريًّا - وإن لم تكن متماثِلَةً على نحوٍ آليٍّ - مع المعارك بين الهيمنة والتعاون التي شكَّلَت الحضارات الإنسانية من خلال التطور المشترك للبشر والميكروبات. تُعدُّ قواعد التجمُّع الثقافي التي تحكم تنظيم الأساطير الثقافية وتفاعلاتها وهيمنتها مثالًا جيِّدًا على كيفية فرض وتعزيز البنى الاجتماعية عن طريق نظرية الهيمنة الاجتماعية: فالهوية والمعتقدات الثقافية والأسطورية، حتى بعد إخضاع رعايا الممالك أو أتباع الأساطير، تفيد في خلق هويَّاتٍ تعاونية قوية أدَّت إلى صراعات ثقافية. الحروب الصليبية في أواخر العصور الوسطى والصراعات القديمة والمستمرة في الهلال الخصيب هي أمثلة على حروب الاختلافات الميثولوچية، في حين خاض العالم حربين عالميتين على الهيمنة الثقافية.

الأدوية والفِطرُ الإلهيُّ

رغم أن مرونة الدين والأساطير في الحركة والتحوُّل والدمج أو الاندماج رائعة في حدِّ ذاتها، لنا أن نتساءل: كيف ظهرت الأساطير الأولى؟ ما الذي يُفسِّر البذور الأولية التي ستنمو وتزهر في الأشكال الثقافية النشطة والحيوية للدين اليوم؟ تشير إحدى النظريات المبدعة للغاية حول تطوُّر التفكير الديني إلى أن البشر كانوا يمارسون العلاج الذاتي لآلاف السنين، ربما حتى قبل الزراعة والحضارة،

بمركَّبـات نباتيـة تزيـد مـن القـدرات المعرفيـة وتحفِّـز الإبـداع البـشري. والواقـع أن هنـاك أدِلَّـة جديـدة مـن موقـع جوبـكلي تبـه Göbekli Tepe في تركيـا تشـير إلى وجـود أصـلٍ للتفكـير الدينـي سـابِقٍ عـلى الزراعـة، وقـد عُـثر عـلى مواقـع للدفـن تعـود إلى العـصر الحجـري القديـم احتـوت عـلى نبـات الخشـخاش؛ مـما يشـير إلى أهميـة هـذه المصـادر الأفيونيـة وعلاقتهـا بالحيـاة الآخـرة. هـل الأصـل التاريخـي الطبيعـي للتفكـير الدينـي مرتَبِـطٌ باكتشـاف واسـتخدام الإنثوچينيـات أو المـواد المؤثِّـرة عقليًّـا؟ هـل هـي مُصادَفَـة أن يكـون نبـات الخشـخاش مصـدرُ الأفيـون هـو في ذات الوقـت أصـل كلٍّ مـن الرُّوحانيَّـة البَشريَّـة وتعاطـي المخـدِّرات والإدمـان؟(187).

تشـير كميـة متزايـدة مـن الأبحـاث المتنوِّعـة إلى احتـمال أن يكـون هـذا هـو مـا حـدث بالفعـل. أظهـرت الدراسـات التـي أُجرِيَـت عـلى الأنظمـة الغذائيـة للرئيسـيَّات في البَرِّيَّـة عـلى مـدار الأعـوام الثلاثـين الماضيـة أن بعـض الأنظمـة الغذائيـة تحتـوي عـلى نباتـات ذات قيمـة طبيـة وليسـت غذائيـة(188). وهـذا يعنـي أن أسـلافنا مـن الرئيسـيَّات تطـوَّرَت لديهـم سـلوكيات مُعيَّنـة للتـداوي الـذاتي، عـادة لحمايـة أنفسـهم مـن الطفيليـات والميكروبـات، أو كعـلاج يسـاعد عـلى التخلُّـص منهـا. حـدث هـذا مـن خـلال الانتخـاب الطبيعـي البسـيط: فالرئيسـيات التـي تناوَلَـت النباتـات الطبيـة أو الفاكهـة المخمَّـرة كان لديهـا إصابـاتٌ مَرَضيَّـة أقـل عـددًا، وكانـت أكـثر نجاحًـا في إنجـاب نَسْـلٍ أكـثر.

أثنـاء الثـورة المعرفيـة، طـوَّر البَـشَرُ علاقـاتٍ قويَّـةً مـع الأطعمـة والنباتـات التـي أثَّـرت عـلى قدراتهـم الجسـمانية والمعرفيـة عـلى السـواء. وأدَّى ذلـك إلى تطـوُّرٍ مشـترك بـين البـشر والمصـادر النباتيـة لمُرَكَّبـات مثـل الكافيـين، والكحـول، والبهشـية البرجوانيـة yerba mate، والنيكوتـين، والكـوكا، بالإضافـة إلى مشـتقَّاتٍ نباتيـة أخـرى للأدويـة، مثـل المضـادَّات الحيويـة، ومضـادات الفطريـات، وطـاردات الحـشرات. يجـادل ريتشـارد ميلر Richard Miller، أسـتاذ الصيدلـة بجامعـة نـورث وِسْـتِرن، في كتابـه Drugged: The Science and Culture behind Psychotropic Drugs (مُخـدِّر: العِلـمُ والثقافـة وراء المـواد المؤثِّـرة عَقليًّـا)، بـأن هـذه المـواد كانـت منـذ فـترة طويلـة جـزءًا مشـتركًا بـين البـشر والأنـواع الأخـرى. فقـد ثبـت أن الكافيـين، عـلى سـبيل المثـال، يمنـع العواشـب والأمـراض في النباتـات ويعمـل كمحفِّـز للذاكـرة لملقِّحـات النحـل. في البـشر، أصبحـت

هـذه العلاقـة في النهايـة صناعـة للمسـتحضرات الصيدلانيـة التـي بـدأت مـن حيـث انتهـى التطـور. (المزيـد عـن هـذا في الفصـل التاسـع) (189).

هنـاك قصـة أقـلُّ تَواتُـرًا عـن التطـوُّر المشـترك بـين الإنسـان والنبـات تُركِّـز عـلى النباتـات التـي تُعَـدُّ مصـادر للمـواد الكيميائيـة المؤثِّـرة عـلى العقـل. قـد تكـون هـذه المـواد الكيميائيـة هـي أصـل التجـارب الروحانيـة للبشريـة؛ مـما يجعـل مفاهيـم الآلهـة والعـوالم أو الحقائـق الأخـرى نتيجـة لتجـارب التاريـخ الطبيعـي التـي غـيَّرَت إحساسـنا بالواقـع. كانـت محاولـة اسـتهلاك النباتـات والفطريـات التـي تسـبَّبَت في تأثـيراتٍ عقليـة عمـلًا خطـيرًا، ولكـن يبـدو أن عمليـة التجربـة والخطـأ هـذه هـي التـي خلقـت ثقافـة الشـامان المميَّـزة للحضـارة الإنسـانية المبكِّـرة(190). وقـد يبـدو هـذا غـير قابـل للتصديـق للوهلـة الأولى: لكـن الواقـع أن هنـاك ثـروة مـن الأدِلَّـة تربـط البـشر، والمـواد الكيميائيـة التـي تُغـيِّر العقـل، والروحانيـة. كـما أنـه لا يمكـن إنـكار أن بعـض النباتـات الأولى المرتبطـة بالرُّوحانيـة هـي اليـوم مصـدر بعـض أكـبر مشـاكل المخـدِّرات المجتمعيـة لدينـا.

ولنتأمَّـل أعـمال عالِـم الأحيـاء التطـوُّري روبـرت دادلي Robert Dudley، الـذي اقـترح، كـما سـبق الذِّكـرُ في الفصـل الثالـث، أن تعاطـي الكحـول وإدمانـه قـد يعـود تاريخـه إلى أسـلافنا مـن الرئيسـيات الذيـن جذبتهـم الزهـور المبَهرَجـة والروائـح الحلـوة للفاكهـة الناضجـة الغنيَّـة بالسُّـعرات الحراريـة. لكـن التركيـز المرتفـع للسُّـكَّر في الفاكهـة الناضجـة يجـذب أيضًـا مسـتعمرات مـن الميكروبـات؛ مـمَّا يـؤدِّي إلى التَّخمُّـر. يؤكـد دادلي أن البحـث عـن هـذه الفاكهـة الناضجـة الغنيـة بالسـكر (والطاقـة) كان اختيـارًا تطوُّريًـا، ومـن ثَـمَّ أدَّى إلى تعـرُّض الرئيسـيات للكحـول، المنتـج النهـائي الطبيعـي لتخمُّـر السُّـكَّر. أدى ذلـك إلى تطـوُّر الإنزيمـات الهاضمـة للكحـول، والبحـث الانتقـائي عـن الفاكهـة الناضجـة واسـتهلاكها، والتعـرُّض للكيميـاء الطبيعيـة التـي تؤثـر عـلى العقـل. وبينـما كان العثـور عـلى الفاكهـة الناضجـة يُكافَـأ بالنجـاح في التكاثُـر عنـد هـذه الرئيسـيَّات -فقـد كانـت هـذه الفاكهـة، رغـم كل شيء، جوائـز نـادرة نسـبيًا- أمَّـا في الثقافـة البشريـة المعـاصرة حيـث يتوفَّـر السُّـكَّر والكحـول بسـهولة، فقـد أدَّى الإفـراط في تنـاول الفاكهـة الناضجـة عاليـة السُّـكَّر ومنتجـات تخمـير الكحـول إلى انتشـار وبـاء السِّـمنة والسُّـكَّري وإدمـان الكحـول. أيضًـا، ارتبطـت النشـوة المصاحبـة لتغيـير العقـل نتيجـة اسـتهلاك الكحـول بالطقـوس الروحيـة، والأدِلَّـة عـلى شـيوع اسـتهلاك المشروبـات

الكحولية كثيرة للغاية في مواقع الدَّفن من العصر الحجري القديم. يفترض دادلي أن هذا السلوك كان تطوُّرًا اختياريًا أيضًا، وهو من أُسس الطقوس الدينية والسلوك الإدماني على السواء. يرفض آخرون هذه الروابط التطوُّريَّة، بحجَّة أن الرئيسيات والبشر ينجذبون إلى استهلاك أي شيء له خصائص تُغيِّر العقل. ومع ذلك، فإن العلاقة بين الكحول والأحداث الروحية والروحانية موثَّقَة جيدًا باعتبارها ترجع إلى خمسة آلاف عام على الأقل، وأصبحت جسرًا مشتركًا عبر الحدود الثقافية(191).

وبالمثل، تمَّ العثور أيضًا على الإيفيدرا (ephedra) وهو مُنبِّهٌ طبيعي تَطَوَّر في النباتات التي أصبحت تُنتِجُه للتأثير على الجهاز العصبي للحيوانات العاشِبة، وذلك في مقابر إنسان النياندرتال التي يعود تاريخها إلى ستين ألف عام، في العراق حاليًا. هذا المنشِّط موجودٌ بشكل خاص في خشخاش الأفيون، الذي كان من بين النباتات المؤثِّرة نفسيًّا، والتي دُجِّنَت وزُرِعَت منذ ثمانية آلاف عام. وقد عرفنا من المقابر التي تعود إلى تلك الحقبة أن زراعتها انتشرت من الهلال الخصيب إلى شمال غرب أوروبا خلال الألفية السادسة قبل الميلاد. والقُنَّب أيضًا له تاريخٌ طويل يعود إلى عصور ما قبل التاريخ والعصر الحجري القديم، عندما كان مرتبطًا بالطقوس والشعائر الروحانية، ومواقع الدفن.

تحتوي جميع هذه النباتات على منتجات طبيعية تشترك في شيئين: الأول، أنها نشأت عن طريق الانتخاب الطبيعي كدفاع كيميائيٍّ ضد الأكل، وثانيًا، إذا أخذها البشَرُ بجرعات مناسبة، فإنها تتفاعل مع كيمياء الدماغ لتُنتِجَ حالات متغيِّرة من الوعي، تتراوح من التحفيز العقلي والجسدي إلى النشوة والهلوسة. ومع أنه ليس من الواضح تمامًا إن كان البشر الأوائل قد استخدموا كيمياء هذه النباتات لمَصالِحِهم الخاصة أو إذا كانت هذه النباتات تتلاعب بسلوكيات البشر ليصبحوا وُكَلاء لانتشارها -أو الأمرين معًا- فإن مشاكل الإدمان المنتشرة اليوم دليلٌ قويٌّ على أن السيادة في هذا التكافل التعايُشي النباتي- البشري هو النباتات دائمًا(192).

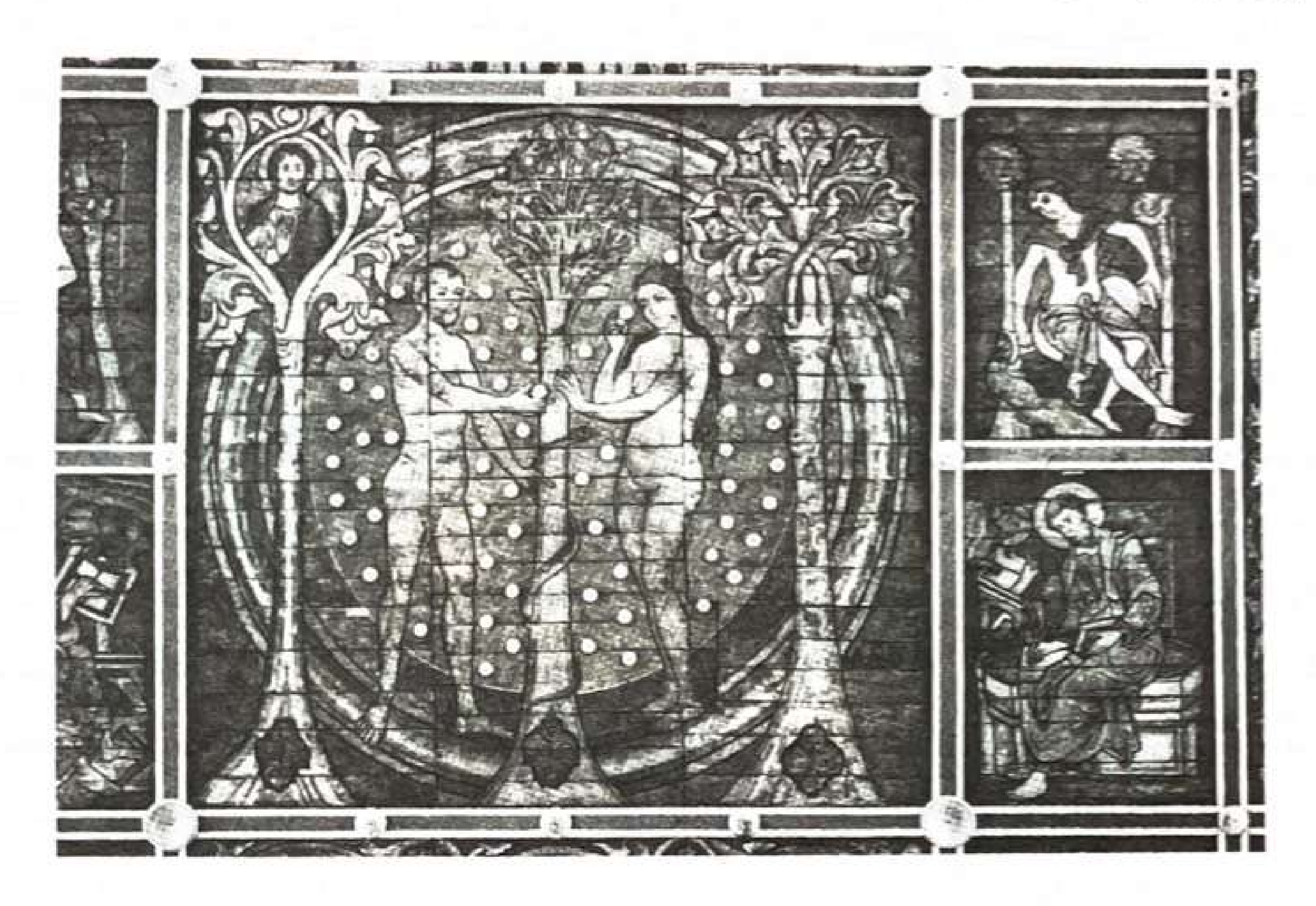
لكن، ربما يكون نجم هذا التاريخ الطبيعي للدين والنبات هو فِطرُ أمانيتا موسكاريا.

المزيد من الفطر والأساطير

التقينا لأول مرة بالأمانيتا موسكاريا، أو فِطر الذُّباب، في مناقشتنا حول الريجڤيدا. أمانيتا موسكاريا فِطرٌ شائعٌ ومنتشر على نطاق واسع، وله عِمامةٌ حمراءُ تَتخلَّلها بُقَعٌ بيضاء كثيرة، هذا الفِطرُ مشهور ويظهر دائمًا في الرسوم المتحرِّكة والثقافة الشعبية- من عالم ألعاب الڤيديو "ماريو"، إلى دودة تدخين الشِّيشة في رواية لويس كارول Alice in Wonderland (أليس في بلاد العجائب)، تلك الدُّودة التي تجلس جاثِمةً على فِطرِ أمانيتا موسكاريا. وهو فِطرٌ قاتِلٌ عند تناوُله نَيِّئًا، ويمكن معالجته، كما هو موضَّح في الريجڤيدا، للاحتفاظ بآثاره على العقل مع جعله غيرَ قاتل. استُخدِمَت أيضًا جَرعاتٌ مصنوعة منه في ثقافات أخرى غير الهندوسية. وعلى سبيل المثال، في ثقافات السُّكَّان الأصليين لسيبيريا، استُخدِم للتواصل مع الأرواح العليا، وكان الاحتفال بالانقلاب الشتوي التقليدي يظهر فيه شامان يرتدي زيًّا أحمر يحاكي لون عِمامَة الفطر، ويُمرِّر جَرعَةً من مُستَخلَص الفِطر للآخرين (يعتقد البعض أن هذه الشخصية التي ترتدي الزي الأحمر والتي تقدِّم الهدايا كانت المصدرَ الذي استُمِدَّت منه شخصية سانتا كلوز) (193).

قَدَّم چون ماركو أليجرو John Marco Allegro واحِدةً من أكثر النظريات إبداعًا ورَوعةً فيما يتعلَّق بالأمانيتا موسكاريا في كتابه الصادر عام 1970 The Sacred Mushroom and the Cross (الفِطرُ المُقدَّس والصليب)(194). وأليجرو هو أحد أساتذة أوكسفورد المرموقين، ويقول إن المسيحية مُتجذِّرة في أساطير مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالرؤى التي تنتج عند تناوُل هذا الفطر. ومع افتراضه بأن المسيحية كانت في الأصل عقيدةً قائمة على الفطر الإنثوچيني، يجادل لإعادة تفسير العهد الجديد للكتاب المقدَّس المسيحي باعتباره أسطورةَ عيش الغراب، بدلًا من المسيح، مُستَدِلًا على ذلك بالفنِّ المسيحي المبكر وأصول الكلمة. يشير أليجرو إلى اللوحات الجدارية للفن المسيحي في أوائل العصور الوسطى، مثل صور شجرة الحياة وشجرة المعرفة في جنَّة عَدْن، التي تُصوِّر أمانيتا موسكاريا بوضوح كشجرة من الفطر، أو تُصوِّر حوَّاءَ تقدِّم الفِطرَ لآدم (شكل 8-1). حتى لو لم تكن فرضيَّة أليجرو صحيحةً تمامًا، فمن الصعب إنكار العلاقة، حيث تُدعِّمها حالاتٌ مُماثِلةٌ في جميع أنحاء العالم، مثل رسوم الكهوف البدائية في إفريقيا وأوروبا

(التـي ترجـع إلى مـا بـين 7000 و 10,000 ق.م) والتـي تُظهـر الشـامان يرقـص مـع الفِطر وحوله (شكل 8-2).



شكل 8-1: هـذه اللوحـة الجداريـة التـي تعـود للقـرن الثـاني عـشر مـن كاتدرائيـة سـانت مـاري في كنيسـة سـانت مايكلـز في هيلدزهايـم بألمانيـا، تُصـوِّر آدم وحـوَّاء في جنـة عـدن، حيـث يلتقطـان الفِطـر مـن شـجرة الحيـاة- مقابـل خلفيـة مـن فِطـر أمانيتـا موسـكاريا.
© Azoor Photo / Alamy Stock Photo.



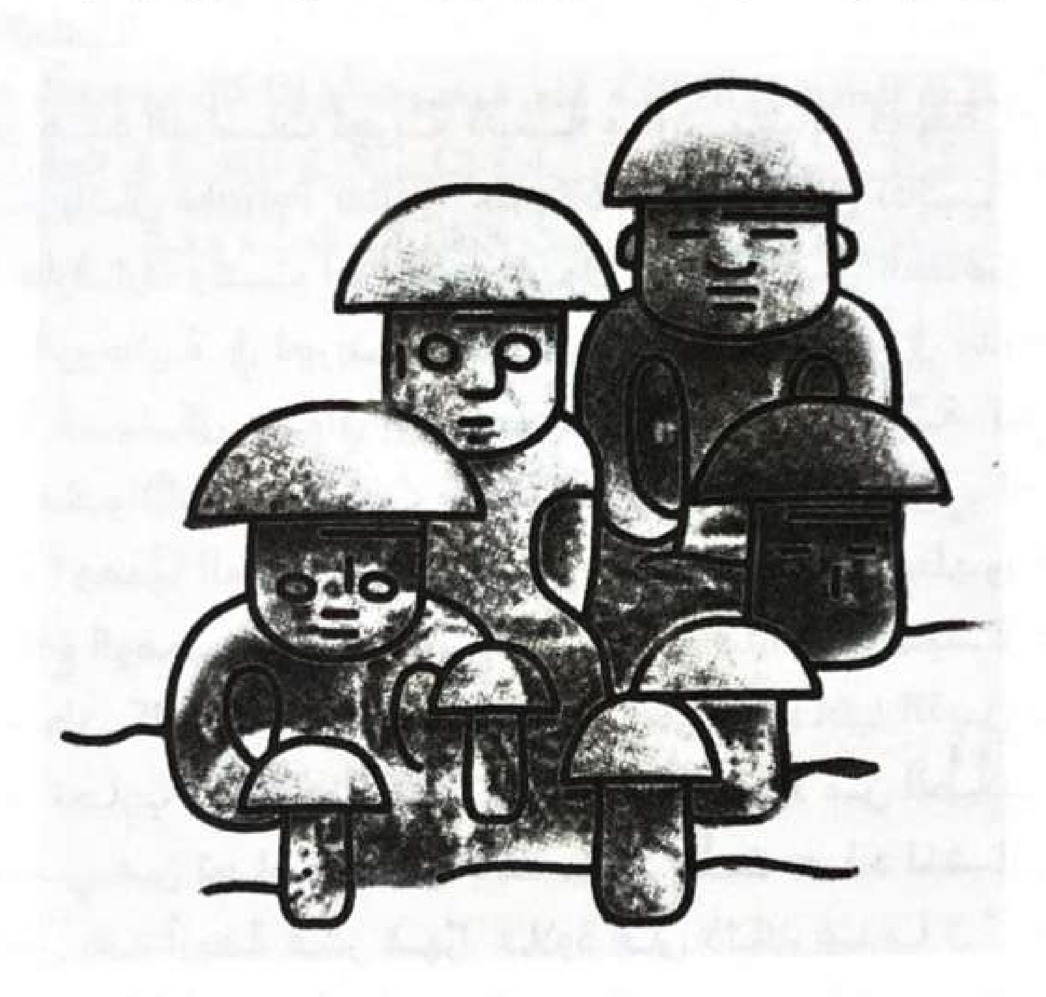
شكل 8-2: رسمٌ من كهف إفريقي (حوالي 7000 ق.م) شامان مُعمَّم بالفِطر وهو يحمل الفِطر للمُحتَفِلين بالرقص. إعادة الرسم بناءً على صورة قديمة ملك المجال العام.

في نفس الوقت، في أمريكا الشمالية، استخدم السُّكَّان الأصليُّون من المايا والأزتك حتى سُكَّان أمريكا الوسطى فِطرَ سيلوسايبي Psilocybe تاريخيًّا في الطقوس الدينية. لكنَّ المسيحيِّين الأسبان عند وصولهم حظروا هذه الطقوس؛ ليس هذا فقط، بل دمَّروا أيضًا معظم النصوص والتاريخ المكتوب لثقافة المايا الغَنيَّة والمتقدِّمة. كانت إبداعات المايا تشمل تقويمًا دقيقًا؛ ومعرفة مُتقدِّمة بالنجوم والكواكب بما يكفي للتنبُّؤ بالكسوف؛ تدجين الذُّرَة والفاصوليا والكوسا؛ مطَّاط مُفَلكَن (معالج ليكتسب صلابة) قبل ثلاثة آلاف سنة من اكتشاف الثقافات الغربية له؛ ولغة مُتطوِّرة ونظام كتابة. استغرق العُلَماء أكثر من ثلاثة قرون لفَكِّ رموز لغة المايا القديمة المكتوبة، والبدء في إعادة بناء ثقافة المايا من النصوص القليلة التي لم تتعرَّض للتدمير، والآثار الحجرية التي سَجَّلَت إنجازات حُكَّام المايا. ما الذي كان يخشاه الغُزاةُ الأسبان؟ لماذا قضوا على ثقافة كاملة؟ ونظرًا لاستخدام الفِطر في الثقافة الروحانية عند المايا -عُثر على تماثيل للمايا على شكل عيش الغراب في الكهوف- فهل يمكن أن يكون هذا مثالًا آخر على قيام الكنيسة بقَمْع الماضي الذي قد يُهدِّد أساسها بدلًا من تفسيره وشرحه؟(195).

في أوائل القرن العشرين، سافر أحد المناهضين لفكرة تحطيم الرموز الدينية، وكتب كثيرًا عن تاريخ ودور فِطر سيلوسايبي والمواد الطبيعية الأخرى المؤثِّرة عقليًّا، والمستَخدَمة في الأغراض الروحانية (شكل 8-3). كان جوردون واسون Gordon Wasson، رَجُل أعمال أمريكي ومن هواة الأنثروبولوچيا، وكتب عن أنواعٍ مثل صبَّار وليامز Lophophora williamsii، في صحراء جنوب غرب أمريكا الشمالية، والذي استخدمه السُّكَّانُ المحلِّيُّون لأكثر من أربعة آلاف عام(196). اجتذب عمل واسون اهتمام العامَّة وانتباه الدوائر الأكاديمية، ولكن، مثل عمل جريڤز المنطقي للغاية في القرن التاسع عشر، كان يُعتَبَر هرطقةً، وانتهى به الحال إلى غياهب النسيان.

وهناك تفسيرٌ أحدث، ولكنه متطرِّف أيضًا، للدور الذي لعبته المواد الإنثوچينية في تطوُّر الإنسان، وهو التفسير الذي قدَّمَه عالِمُ النبات الشعبي تيرينس ماكينا Terence McKenna في كتابه الصادر عام 1992 Food of the Gods (طعام الآلهة). يفسِّر ماكينا العلاقة بين أسلاف الإنسان والنباتات والفطر الذي يأكلونه على أنها تعايُشٌ مُشترَك بدأ مع الأنظمة الغذائية التجريبية وأدَّى إلى حالات وعي متغيِّرة.

وفقًا لهذه النظرية، كان اكتشاف واستخدام المواد المؤثِّرة عقليًا هو الذي أدى إلى زيادة اللياقة الإنجابية لأسلاف الإنسان من خلال تسريع وتمكين تطوُّر الإبداع والفن والكلام والدين. وفي المقابل، اعتُبِرَت المواد المؤثِّرة على العقل ذات قيمة؛ ممَّا تَطلَّب حمايتها من المستهلِكين الآخرين، بينما كان البشر ينشرونها في ذات الوقت. ومع تطوُّر البشر، فقدوا الصِّلَة الواعية بين الأساطير الدينية والنباتات.



شكل 8-3: تماثيل تعود لقبائل المايا، شُكِّلَت فيها الرؤوس على هيئة الفطر. هذه القطع الأثرية، إلى جانب الوثائق الأخرى لمعتقدات المايا الروحانية، تمَّ القضاء عليها بالكامل تقريبًا لمَحوِها من التاريخ على أيدي الفاتحين الإسبان التابعين للديانة الكاثوليكية الرومانية. رسم أصليٌّ يعتمد على صورة المجال العام بواسطة ريتشارد روز Richard Rose.

عندما ظهرت الكيمياء كعِلمٍ أكاديمي، وعندما بدأ البشر يفهمون القوَّة المتفشِّية للانتخاب الطبيعي، تمكَّنوا، ببطء، من تصحيح هذه الرابطة الخَفِيَّة. فإلى جانب العودة إلى الأعمال الغريبة التي سبق تجاهُلها، بدأ العِلمُ يأخذ على محمل الجدِّ فكرةَ أن الدين له أُسُسٌ في الإنثوچينيات، وبدأت إعادة التفكير في

"المُصادَفات" التي تضع مثل هذه النباتات جنبًا إلى جنب العديد من أصول الديانات القديمة. وهكذا، فإن الدين والروحانية هما أحدث الساحات المفتوحة للقوة التفسيرية للتطوُّر التعاوني: لقد رأينا كيف أصبح الدينُ أداةً للقُوَّة والهيمنة، ولكن هنا، نرى كيف يمكن أن تكون خبراتنا الدينية نفسها قد نشأت من خلال علاقتنا الحميمة بالنباتات التي تُغيِّر العقل، وهي نظرية خضعت لنصيبها من الدراسات العلمية.

إحدى هذه الدراسات تجربة كنيسة مارش تشابل Marsh Chapel التي أجراها والتر بانكي Walter Pahnke عام 1962. كان بانكي طالِبَ دراسات عليا في جامعة هارڤارد، وكتب أطروحته حول العلاقة بين العقاقير الإنثوچينية والأحاسيس الروحانية. في تجربته، قام بتقسيم فصل دراسي في مدرسة اللاهوت بجامعة هارڤارد بشكل عشوائي إلى مجموعتين: ضابِطَة وتجريبيَّة. ثم قام بإعطاء سيلوسايبين عشوائيًا، وهو مُرَكَّبٌ مُشتَقٌّ من فِطر سيلوسايبي، لعشرة طُلَّاب، وأعطى علاجًا وهميًا للعشرة الآخرين. بعد الانتظار للسماح بظهور تأثير كلٍّ من العقار والعلاج الوهمي، استمع جميعُ الطُّلَّاب إلى قُدَّاس في كنيسة مارش تشابل بجامعة بوسطن. كانت النتائج مثيرة: وصف جميع الطلاب الذين تمَّ إعطاؤهم السيلوسايبين تجارِبَ دينيَّةً مُكثَّفة، بينما عبَّر اثنان فقط من الطُّلَّاب الذين تلقَّوا العلاج الوهمي عن تجارب جديرة بالملاحظة. ظلَّت هذه المشاعر قويَّةً أثناء إعادة الفحص بعد أربعة عشر شهرًا. علاوة على ذلك، عندما تمَّ تكرار التجربة في مجموعات بحثيَّةٍ أخرى، وُجِدَت نتائج مماثِلَة وحتى أقوى. والحق أنه يبدو على نحوٍ متزايد، مع دخول العلم بشكل أعمق في هذا المجال، أن المواد المؤثِّرة عقليًا تُعزِّز وتُكثِّف وربما تخلق تجارب روحانية أو دينية(197).

لا يزال لدينا المزيد للإجابة عليه، ويستمر العِلمُ في الاقتطاع بلا هوادة من المجالات والعوالم التي جادَلَ البعض بأنها خارج نطاق اختصاصه. للإجابة على سؤال مثل "من أين أتينا؟" أو "ما هي الحياة؟" يمكننا الآن تقديم تفسيرات تأخذ في الاعتبار عمر الكوكب وكل شيء فيه. نحن اليوم أكثر قُدرَةً على إدراك أننا بُقعَة صغيرة في الكون وليس مركَزَه، وأن البشر يتشاركون 96 بالمائة من حمضهم النووي مع القِردَة -و 80 في المائة مع الفئران- بدلًا من مُجرَّد التبختر معتقدين أننا خَلْقٌ فريد ومنفصل. يستمرُّ العلم في الكشف عن كل من حاضرنا

وماضينـا وشرحهـما بالبيانـات، في حـين أن الأسـاطير الدينيـة لا تسـتند إلى البيانـات والأدِلَّـة، بـل عـلى المعتقـدات. وفي حـين يقـدِّم العِلـمُ المزيـد مـن الحلـول للمشـكلات البشريـة والمزيـد مـن الـشروح والتفسـيرات فيـما يختـصُّ بحيـاة الإنسـان، أكـثر مـمَّا تسـتطيع الأسـاطير الدينيـة، يصبـح مجتمعنـا أكـثر علمانيـة ودنيويـة، وأقـلَّ اعتـمادًا عـلى أنظمـة المعتقـدات التـي لم تَخـتَرِع سِـلَعًا. عندمـا نتعلَّـم المزيـد عـن هويتنـا، قـد نحتـاج إلى مواجهـة بعـض الحقائـق التـي قـد نجدهـا في البدايـة غـيرَ مريحـة. وقـد تكـون إحـدى تلـك الحقائـق أن اللـه غـير موجـود- أو إذا كان موجـودًا، فهـو كنَبـاتٍ، بـدأ منـذ فـترة طويلـة جـدًّا، بنـشر مـواده الكيميائيـة المؤثِّـرة في العقـل البـشري في رقصـةِ مُشـارَكةٍ تعاوُنيَّـة تطوُّريَّـة أفـادت الكائنـات الحيَّـةَ معًـا.

الفصل التاسع

حِفظُ الغِذاءِ وتَحسينُ الصِّحَّة

إن دور عيش الغراب والإنثوچينيات في الروحانية الإنسانية والتعاون والإدراك ليس سوى مثال واحد على كيفية تطوُّر البشر جنبًا إلى جنب النباتات والحيوانات بطُرُقٍ أثَّرَت بدورها على تطوُّر الإنسان وحضارته. لقد أدَّت الدوائر المتبادَلَة من الفعل ورَدِّ الفعل بين بيئتنا وتَطوُّرنا إلى تغذيتنا وتنمية مُدُنِنا، وتأسيس أدياننا، وفي الوقت نفسه جعلتنا أكثر عُرضَةً للمرض والمجاعة: على وجه الخصوص، هاجَمَت الميكروبات موارِدَنا العامَّة، وهاجمت أجسامنا. لقد تغلَّب البشر وسيطروا على أعدائنا "الماكرو"، ذوات الأحجام الكبيرة -الأسود والنمور والدِّببَة- لكننا لا نزال نكافح كل يوم الأعداء "الميكرو"، الميكروبية غير المرئية.

لقد حاربنا هؤلاء الأعداء من خلال التعرُّف، أوَّلًا من خلال التجربة والخطأ، على الحلول الدفاعية التي طوَّرَتها الكائنات الحية الأخرى ضد الميكروبات. فالتطوُّر، كما رأينا، هو سباق تَسلُّح: لكل تهديد جديد، يتم إقامة دفاع، سواء داخل الكائن الحي أو من خلال شركائه المتعاوِنين، أو بواسطة قيام الكائن الحي بالسيطرة على مهاجمه. كان أحد الجوانب الفريدة للتاريخ الطبيعي البشري هو

القدرة المتطوِّرة على الاستيلاء على بيئاتنا والتحكُّم فيها وتسخيرها بوعيٍ. على سبيل المثال، دفعتنا الاكتشافات غير المقصودة والمفاهيم المتبادَلَة نحو تطوير الزراعة، ولكن أيضًا نحو حفظ الأغذية وصناعة الأدوية. كانت الأملاح والتوابل تَحفَظ الطعام؛ مما أتاح لنا البقاء على قيد الحياة في الشتاء القاسي وسنوات الجفاف ومكَّنَتنا من استكشاف العالم، بينما أدَّت الحروب الكيميائية بين النباتات والفطريات وأعدائها إلى ابتكار عقاقير جديدة مُنقِذة للحياة. في هذا الفصل، أشرح بشكل كامل الجوانِبَ الإيجابية والمفيدة للتعاون الواعي من خلال ملاحظة الطرق التي استخدمها البشر للاستفادة من علاقاتهم مع العالم من حولهم. ورغم أن البشر، مثل الأنواع الأخرى، استفادوا من العلاقات التعاونية داخل بيئتنا من خلال المحرِّك غير الغائي للتطوُّر، فإن الحضارة، حتى في حالة النباتات الطبية، جلبت واستمرَّت تدفع إلى العودة الواعية للعالم الذي نعيش فيه حيث أنه، رغم أننا النوع المهَيمِن، فلا نزال مُجرَّدَ نَوعٍ واحد من بين الأنواع العديدة الأخرى.

إن قصة كيف استطاع البشر حِفظَ الطعام من أجل البقاء على قيد الحياة في الشتاء القاسي وسنوات المحاصيل الفقيرة، وكذلك لتسهيل استكشاف المجهول، هي قصة تُظهِر نوعًا يتعلَّم تجهيزَ نفسه على نحوٍ أكثر إبداعًا من خلال الاستفادة من الكائنات الحية والمواد الموجودة بالقرب منه. نشأ علم النبات الشعبي وعلم العقاقير من الاكتشافات المختلفة حول فوائد التوابل في الحفظ، وهي اكتشافات استفادت من مئات الملايين من السنوات قضتها النباتات لتطوير الكيمياء الدفاعية المشتركة من أجل رفاهية الإنسان. (كذلك، تكنولوجيات التبريد في الثلاجات غيَّرَت بشكلٍ كبير طريقة تخزين الطعام ونقله). قليلون منَّا يعرفون أن المنتجات الصيدلانية هي منتجات ثانوية نتجت عن استكشاف البشر للدفاعات النباتية من أجل صِحَّة الإنسان. فذاكرتنا ضعيفة عندما يتعلَّق الأمر بتاريخنا الطبيعي.

في الوقت نفسه، تضمَّن تاريخنا الطبيعي لتقنيات حفظ الطعام الفشلَ والنجاحَ: حتى الأشكال الأولى لحفظ وتخزين الأطعمة القابلة للتَّلَف كانت تنطوي على مخاطر. لحفظ الغذاء بشكل صحيح؛ كان على البشر محارَبَة العديد من الميكروبات التي تنافَسَت معنا على حصادنا من الموارد النباتية والحيوانية. كما

أن الميكروبـات كان لهـا نصيبهـا في تاريـخ الأمـراض مـن الانتصـارات والتدابـير المضـادَّة، كما سنرى فيما يأتي.



شـكل 9-1: محاكـمات للمُتَّهَـمات بممارسـة السـحر مـن قِبَـل شـابّات وفتيـات في مدينـة سالم المسـتعمَرَة بولايـة ماساتشوسـتس في أواخـر القـرن السـابع عـشر. أُدينَـت تسـع عشرة مـن المُتَّهَـمات وأُعدِمْـن شـنقًا، وسُـحِقَت إحداهُـنَّ حتـى المـوت. قـد تكـون السـلوكيات الغريبـة التـي أدَّت إلى هـذه المحاكـمات والأحـداث المماثلـة في أوروبـا ناتِجـةً عـن التَّعـرُض لفَطـرٍ مُهَلـوِس في الحبـوب التـي ترعاهـا النسـاء الشـابّات. نُـشِرَت الصـورة في:

William A. Crafts, Pioneers in the Settlement of America: From Florida in 1510 to California in 1849 (Boston: Samuel Walker, 1876), Wikimedia Commons.

في القـرن السـابع عـشر في نيـو إنجلانـد وأوروبـا، تـمَّ اتهـام العديـد مـن النـاس في المجتمعـات الزراعيـة بالسِّـحر وحوكمـوا وأُدينـوا وأُعدِمـوا. أشـهر هـؤلاء عـشرون "سـاحرة" في مدينـة سـالم، ماساتشوسـتس (شـكل 9-1) اتُّهِمْـنَ بممارسـة السـحر عـلى الشّـابّات والفتيـات؛ مـمَّا تَسـبَّب لهُـنَّ في حـدوث نوبـاتٍ وتَصرُّفـات غريبـة الأطـوار. فُـسِّرَت هـذه الأحـداث المروعـة عـلى أنهـا نتيجـة للثقافـة الدينيـة الخانقـة في ذلـك

العصر، والتي تصطدم بسلوك المراهقين المتمرِّد في سياقٍ اجتماعي يمتلئ بالتحيُّز الجنساني والعِرقي. ومع ذلك، في عام 1976، قامت البروفيسور ليندا كابورايل Linnda Caporael، التي كانت آنذاك طالِبَةً بالدراسات العليا بمعهد رينسلار للفنون التطبيقية، بإثارة التعقيد في هذا الرأي من خلال اقتراح سبب بيولوجي للسُّلوك غريب الأطوار لموجِّهات الاتهام في مُحاكَمات ساحرات سالم: العدوى الفطرية. لاحظت كابورايل أن هذه المحاكمات لممارسة السحر حدثت في مناطق من أوروبا وأمريكا ذات مناخات معتدلة رطبة دخلت إليها عدوى من فِطر الإرجوت أو الشِّقِران، والتي تظهر على شكل بُقَعٍ سوداء على بذور الحبوب أو على شكل مسامير سوداء بارزة من قرون البذور. في العصور الوسطى، تسبَّب تناوُل خبز الشَّيْلَم الملوَّث بالشِّقِران في أوبئة "نار القِدِّيس أنطونيوس"، والتي سُمِّيَت بهذا الاسم بسبب الإحساس بالاحتراق، أودت هذه الأوبئة بحياة الآلاف. يُنتِج فِطرُ الشِّقِران مادَّةً شبه قلويَّة وحمض الليسرجيك (lysergic) -التي أدَّت إلى اختراع عقار الهلوسة في السبعينيات (LSD)- فيما يبدو كدفاعٍ كيميائي ضد الميكروبات والحيوانات العاشبة(198).

أظهرت كابورايل أن الشابات المتَّهَمات بالسحر كُنَّ أيضًا مسؤولاتٍ عن العناية بالحبوب المُخزَّنة. كانت وظيفة الشابَّات اللائي يعتنين بمخازن الحبوب هي الحفاظ على الحبوب جافَّةً لمنع التعفُّن، وكُنَّ يفعلن ذلك عن طريق جرف الحبوب وتجريفها لاجتثاث الرطوبة. وإذا كُنَّ ناجحاتٍ في ذلك، فهذا يعني ساعات من التَّعرُّض كل أسبوع لاستنشاق غبار الحبوب المجفَّفة وفطر الشِّقِران. فيما بعد، تمَّت السيطرة على العدوى الفطرية والميكروبية للحبوب والحَدُّ منها عن طريق نقع الحبوب في محلولٍ مِلحيٍّ قبل تجفيفها للتخزين، وهو تَقَدُّمٌ تِقنيٌّ أنهى بشكلٍ فَعَّال أزمة السِّحر.

كانت فعالية هذا الفطر معروفةً بالفعل في سياقات أخرى. في العصور الوسطى، تمَّ التعرُّف على بعض خصائصه الصيدلانية، وقد استخدمته القابِلاتُ لحَثِّ المخاض أثناء حالات الحمل الصعبة، وكذلك لإحداث الإجهاض التلقائي للحمل غير المرغوب فيه. في أوائل القرن العشرين، تمَّت دراسة الإرجوت في محاولة لتحديد وعزل المواد الكيميائية النشطة بيولوجيًّا للعلاجات الطبية؛ مما يجعله من أوائل المُنتَجَات الكيميائية الطبيعية التي استخرجتها شركات الأدوية. وبعبارة أخرى، فإن المواد الكيميائية التي أنتجَت سلوكيَّاتٍ "شبيهة بالسحر"

لـدى الشَّـابَّات كان يُنظـر إليهـا في النهايـة عـلى أنهـا علاجـاتٌ مُحتَمَلـة. تـمَّ عـزل LSD وتصنيعـه في بـازل، سـويسرا، عـام 1938 عـلى يـد ألـبرت هوفـمان Albert Hofmann بينـما كان يصنـع أنواعًـا مختلفـة مـن حمـض الليسرچيـك مـن الإرجوتامـين لاسـتخدامه كمسـاعِدٍ طِبِّـيٍّ للجهـاز التنفُّـسي والـدورة الدمويـة. اكتُشِـفَت التأثـيرات العقليـة القويـة لمـادة LSD 25 (أحـد الأيزومـرات ثلاثيـة الأبعـاد لثنائي إيثيـل أميـد حمـض الليسرچيـك أو LSD) بعـد خمـس سـنوات عندمـا لمـس هوفـمان عـن غـير قصـدٍ بعـض LSD 25 في المختَبَر وأصيـب بحالـة مـن الهلوسـة الشـديدة. وهكـذا كانـت مُحاكَـمات السَّـاحِرات والسَّـحَرَة في العصـور الوسـطى والقـرن السـابع عـشر مُجـرَّدَ مرحلـة في تَعرُّضنـا وتجربتنـا لاسـتغلال النباتـات والفطريـات، وليسـت أمثِلـةً عـلى الزيـارات الصوفيـة لـلأرواح الشريـرة(199).

وكـما هـو الحـال مـع الإرجـوت و LSD 25، فـإن المشـاركة في دفاعـات الـشُّرَكاء التَّطوُّريِّين قدَّمَـت للبـشر فوائِـدَ لا تُحـصى، بمـا في ذلـك أولى الصيدليـات والثَّلَّاجات. لقد أتاحـت لنـا تحسـينَ أجهزتنـا المناعيـة بإضافـة دفاعـاتٍ ضـد الميكروبـات والفطريـات الحـادة. مـن التوابـل إلى الملـح إلى الجليـد، اسـتطاع البـشر تحويـل العـالم الطبيعـي إلى صنـدوق أدوات تطـوري لمكافحـة التهديـدات المحيطـة بنـا. ومـع ذلـك، كان لهـذا التعـاون نصيبـه مـن الآثـار المتبادَلـة. قـد لا تكـون هـذه مسرحيـة مثـل قصـة السـحر، لكنهـا بنفـس الخطـورة.

قَرصَنَة النَّباتات

المُرَكَّبـات التـي نعرفهـا كتوابـل تطـوَّرَت في النباتـات كدفاعـاتٍ لحمايتهـا مـن الاسـتهلاك أو الإصابـة بمُسـبِّبات الأمـراض الجرثوميـة(200). ذلك أن النباتات لا تسـتطيع الهـروب وتفتقـر إلى أجهـزة المناعـة، فقـد وَجَـدَ الانتخـابُ الطبيعـي طريقـةً أخـرى لمسـاعدتها عـلى التعامُـل مـع الأعـداء أو المـرض: تحويـل المنتجـات الأيضيَّـة الثانويـة إلى مُرَكَّبـات دفاعيـة. تُعـرَف هـذه المنتجـات الثانويـة عمومًـا بالمُرَكَّبـات الثانويـة لأنهـا لا تدخـل بشـكل مبـاشر في الوظيفـة الأساسـية لعمليـة التمثيـل الغـذائي. تتميَّـز هـذه المُرَكَّبـات الثانويـة بتعقيـدٍ مُذهِـل. وهـي تـتراوح مـن منتجـات طبيعيـة بسـيطة تمنـع

المـرض، إلى منتجـات مُحـدَّدة للغايـة تحـاكي الهرمونـات والتـي تقتـل أو توقِـفُ نُموَّ الحيوانـات التـي تتنـاول النبـات، إلى السـموم القاتلـة أو المدمِّـرة للأعصـاب.

في أعـوام العَقـد 1960، حـدث اكتشـافٌ مُدهِـشٌ لدفاعـات النبـات مُصادَفـةً. كان علـماء بيئـة الغابـات يحاولـون فهـم دورة حيـاة عِثَّـة الغَجَـر التـي يمكـن أن تتسبَّب، في مرحلـة اليرقـات، في حـدوث تَشـوُّهٍ هائـل في غابـات الأخشـاب الصُّلبـة مثـل تلـك الموجـودة في نيـو إنجلانـد، وبالتـالي تحتـاج إلى السـيطرة عليهـا. كان هـؤلاء العلـماء يسـتخدمون البروتوكـولات الأوروبيـة القياسـيَّة لتربيـة عَـثِّ الغَجَـر في مختَبَراتهـم في نيو إنجلانـد، لكنهـم لم يفهمـوا سـبب فشـل يَرَقاتهـم في النُمـوِّ والتَّطـوُّر بشـكل طبيعـي في مختـبرات أمريـكا الشـمالية. لقـد درسـوا كلَّ مُكَـوِّن مـن مُكَوِّنـات البروتوكـول، والـذي يتضمَّـن زراعـة اليرقـات في صحـون بِـتْري عـلى مناشِـفَ وَرَقيَّـةٍ مُبلَّلـة، وإطعامها أوراقَ النبـات المُفضَّلـة لديهـا حتـى تمـرَّ بمرحلـة التحـوُّل إلى عِثَّـة. والمثير للدهشـة أن المناشـف الورقيـة أثبتـت أنهـا المُشـكِلة: فالمناديـل الورقيـة الأوَّليَّـة كانـت مصنوعـةً مـن لُـبِّ خشـب التَّنُّـوب البَلسَـمي، الـذي يُنتِـج مُركَّبـا نباتيًّـا يحـاكي الهرمونـات في الحـشرات اليافعـة التـي تمنـع النُمـوَّ والتطـوُّر. أي أن بلسـم التَّنُّـوب قـد طـوَّر هرمونـًا حشريًّـا مُزيَّفًـا لمنـع عِثَّـة الغَجَـر مـن التطـور إلى حـشرة تتغـذَّى عـلى الأوراق النباتيـة، في حـين أن الأشـجار الأوروبيـة المسـتَخدَمَة في صنـع المناشـف الورقيـة لم تُنتِـج هـذه الهرمونـات الدفاعيـة للحـشرات. هـذا الاكتشـاف الـذي جـاء بالمصادفـة، قـاد العلماء إلى وجـود تَنـوُّعٍ مـن المُركَّبـات المماثلـة في نباتـات أخـرى، مثـل هرمـون النُّمـوِّ والانسـلاخ ومضـادَّات الهرمونـات. لقـد ثبـت أن محـاكاة هرمونـات الحـشرات اسـتراتيجيَّةُ دفـاعٍ نباتيـة مُعقَّـدة ولكنهـا شـائعة(201).

نـادرًا مـا يتـمُّ التعـرُّف عـلى حقيقـة المُركَّبـات التـي يُدمِنهـا الإنسـان باعتبارهـا مُركَّبـات دفـاع ثانويـة، بـدءًا مـن الكافيـين والكحـول والنيكوتـين إلى المـواد الأفيونيـة. الواقـع أنهـا ليسـت ببسـاطةٍ مَشـاكِلَ اجتماعيـة عنـد البـشر، رغـم أنهـا أصبحـت هكـذا الآن. إنهـا في الواقـع تجلِّيـات لسـباق التَّسـلُّح التطـوري عـلى الحضـارة الإنسـانية، وتكشـف عـن كيفيـة سـيطرة النباتـات والفطريـات عـلى مُسـتَهلِكيها مـن خـلال اسـتخدام الأسـلحة الكيميائيـة. يمكـن أيضًـا اسـتعارة المنتجـات الكيميائيـة لسـباقات التسـلُّح التطوريـة ومشـاركتها بـين الأنـواع. يـأتي أحـدُ الأمثلـة المعـتَرَف بهـا عـلى نطـاقٍ

واسع من السُّكَّان الأصليِّين لحوض الأمازون، الذين يستخدمون سمومًا طبيعية مُميتةً وسريعة المفعول من جِلد الضفادع السَّامَّة يطلون بها رؤوس سهامهم.

استفادت العديد من الكائنات الحية المتحرِّكة الأخرى من الدفاعات الكيميائية للنباتات. على سبيل المثال، تقوم الفَراشات الملكية بجمع وتركيز الجليكوسيدات القلبية من نبات الصُّقْلاب (حشيشة اللَّبَن) الذي تتغذَّى عليه: هذه الجليكوسيدات تُسبِّب مشاكِلَ فوريَّةً لقلوب الحيوانات المفترِسة من الفقاريات أثناء إزالة الطُّفَيليَّات من الفَراشات(202). ومثل الألوان التحذيرية التي تطوَّرَت لدى الفِطر أو نباتات أخرى للإعلان عن مخاطرها أثناء قيامها بعَزل سموم فرائسها. وعند إضافة القدرة المعرفية إلى المعادلة، تَعلَّم أسلافنا من الرئيسيَّات والبشر عن طريق التجربة والخطأ أنه يمكن إعادة توظيف هذه النباتات نفسها لاستخداماتهم الخاصَّة. في البَرِيَّة، تأكل الرئيسيَّاتُ مثل الغوريلا والشمبانزي بانتظامٍ أوراقَ النباتات السَّامَّة كامِلةً، والتي تمرُّ عبر جهازها الهضمي دون أن تُهضَم، ولكنها تقضي في نفس الوقت على طفيليات الأمعاء. حتى أن بعضها يبتلع الجِذعَ والأوراق ثم يعود ليلفظها من فمه، كما لو كانت تتناول دواءً.

تشير سلوكيات العلاج الذاتي هذه إلى أن الرئيسيَّات طَوَّرَت قُدرة التَّعرُّف على قيمة النباتات لهذا الغرض، ومنذ ذلك الحين كنَّا نُقَرصِنُ دفاعات النباتات للقيام بأشياء مثل حفظ الطعام وعلاج العدوى. وفي حالة غريبة بشكل خاص، قد يبتلع البشَرُ والثدييات الكبيرة الأخرى التُّرابَ أو الطين من حينٍ لآخر. هذه الحالة، التي يُطلق عليها اسم "أكل التراب" (geophagy)، تحدث عندما يعاني الأفراد من حالة انخفاض المغذِّيات، لكنَّ مُراجَعَةً حديثة لأكل التراب تشير إلى أنه استجابة للعدوى الطُّفيليَّة والبكتيريَّة، وليس مَحدوديَّةَ الغذاء. يُعتَبر أكلُ التراب مثالًا آخر على التطبيب الذاتي والتلقيح المضاد للأمراض، وهي محاولة للوقاية والعلاج(203).

كانت مثل هذه القَرصَنَة تحدث منذ ما قبل الحضارة، وقد تَوارَثنا الأساسيات؛ لذلك نولد ولدينا قدرة على مشاركة دفاعات الكائنات الحَيَّة من حولنا لحمايتنا. أصبحت بعض هذه المُركَّبات الدفاعية هي التوابل في خزائن مطبخنا، وكانت ذاتَ قيمةٍ منذ عام 5000 ق.م، عندما استخدم المصريون الزَّعتَر

كعامِلٍ مُضادٌّ للبكتيريا. في عام 3000 قبل الميلاد، كان مزارعو بلاد ما بين النهرين يزرعون الثوم كغذاءٍ صِحِّيٍّ لدَرْء الأمراض ولمقاومة البعوض ناقل العدوى. كان المصريون في ذلك الوقت يتوقون إلى الثَّوم أيضًا، ويُطعِمون عبيدهم البصل والثوم للحفاظ على صحَّتهم. وكان السومريُّون القُدَماء يهتمون بالتوابل لحفظ الطعام -وسيأتي المزيد عن هذا لاحقًا- كما كان الطِّبُّ الصيني المُبكِّر يعتمد بشكل حصريٍّ تقريبًا على العلاجات العُشبيَّة والتوابل. في عام 408 م، طالَب عُطيل الهون خلال حصاره لروما بفديةٍ مُكوَّنة من ثلاثة آلاف رطل من حبوب الفلفل، وهو عنصرٌ أساسيٌّ في العلاجات العشبية في العصور الوسطى لأمراض متنوِّعة مثل الإمساك والسرطان. كانت القرفة أثمَنَ من الذهب في مصر القديمة، وإلى جانب الكمُّون واليانسون والتوابل الأخرى، كانت تُستَخدَم في تحنيط الموتى بالحَدِّ من التحلُّل الجرثومي للجسد.

في العصور الوسطى، كانت التوابل تُعتَبر قَيِّمة لأنها سِلَعٌ غريبة من أراضٍ بعيدة، وفي النهاية كانت سببًا في تحفيز عَوْلَمَة التجارة والاستكشاف- وكذلك الحروب من أجل السيطرة على الأراضي البعيدة المنتِجَة للتوابل؛ ممَّا أدَّى في النهاية إلى قيام الإمبراطوريات الأوروبية. يعود تاريخ تجارة التوابل إلى 4500 ق.م، وكانت مرتبطةً بطُرُقٍ في بلدان مثل إثيوبيا والهند والبحر الأبيض المتوسط. كان الدافع وراء تجارة التوابل العالمية في أوروبا في العصور الوسطى هو الرغبة في إضافة نكهة إلى الأطعمة الخفيفة. أصبحت هذه الإضافات الجديدة شائِعةً لدى النُّبَلاء الأوروبيين والفُرس. وتَنامَى الطلب على هذه السِّلَع الفاخرة بسرعةٍ، وأدى إلى استكشافات جديدة وشبكات تجارية وتجار وضرائب وحروب. وبمرور الوقت، أصبحت التوابل موجودةً في جميع قطاعات المجتمع، حيث استخدمها الفلّاحون لحفظ اللحوم، واستخدمها النُّبَلاء للتباهي بثرواتهم. ولكن إلى جانب فوائدها الغذائية، كانت التوابل تُقدِّم فوائِدَ طِبِّيَّةً لم تكُن مفهومةً إلا جُزئيًّا.

بحلول منتصف القرن الثالث عشر، سيطرت البندقية على تجارة التوابل في أوروبا وأصبحت ثَرِيَّةً للغاية، حيث فُرِضَت جمارك كبيرة على التوابل أصبحت في نهاية المطاف عاليةً جدًّا لدرجة أن التوابل كانت رفاهيةً، حتى النُّبلاء بالكاد يستطيعون تَحمُّلها. أثارت هذه الأسعار الباهظة عصرَ الاستكشاف الأوروبي، حيث سعت الدول لإيجاد طرق بحرية بديلة لتجنُّب مجازات طريق الحرير

ومحنتها الضريبية الفينيسية والمغولية. بحلول عصر النهضة، كانت تجارة التوابل بمثابة ازدهار الإنترنت في ذلك العصر، وأكبرَ صناعة في العالم، وكانت الاكتشافات الإضافية الناتجة عن حركة الاستكشاف، مثل "العالم الجديد"، تفتح مسارات للعولمة وكذلك التقنيات الجديدة. بحلول القرنين الخامس عشر والسادس عشر، لقد أدَّت تجارة التوابل إلى تغيير الجغرافيا السياسية للعالم، كما غيَّرته اقتصاديًّا وثقافيًّا.

ومع ذلك، كان لعصر التوابل تاريخ انتهاء الصلاحية: تعلَّم البَشرُ كيفيَّةَ زراعتها؛ فأصبحت التوابِلُ شائِعةً. البهارات التي كانت من البضائع الفاخرة مثل الفُلفُل والقِرفَة، والتي كانت باهِظَةَ الثَّمن كالمعادن الثمينة والأحجار الكريمة، انخفضت قيمتُها بشكل كبير لتصبح النَّكهاتِ اليوميَّةَ التي نعرفها اليوم. لكن تأثير تجارة التوابل على التاريخ لا يزال قائمًا. لم يَعُد البحر الأبيض المتوسط هو المركز التجاري المُهَيمِن في العالم الآن بعد أن تَمَّ غزو المحيطات، أمَّا المدن العظيمة القديمة -البندقية وروما وقرطاج والإسكندرية وإسطنبول- فقد تراجَعَت مكانتها لتصبح مواقِعَ تاريخيَّةً ومقاصِدَ سياحية.

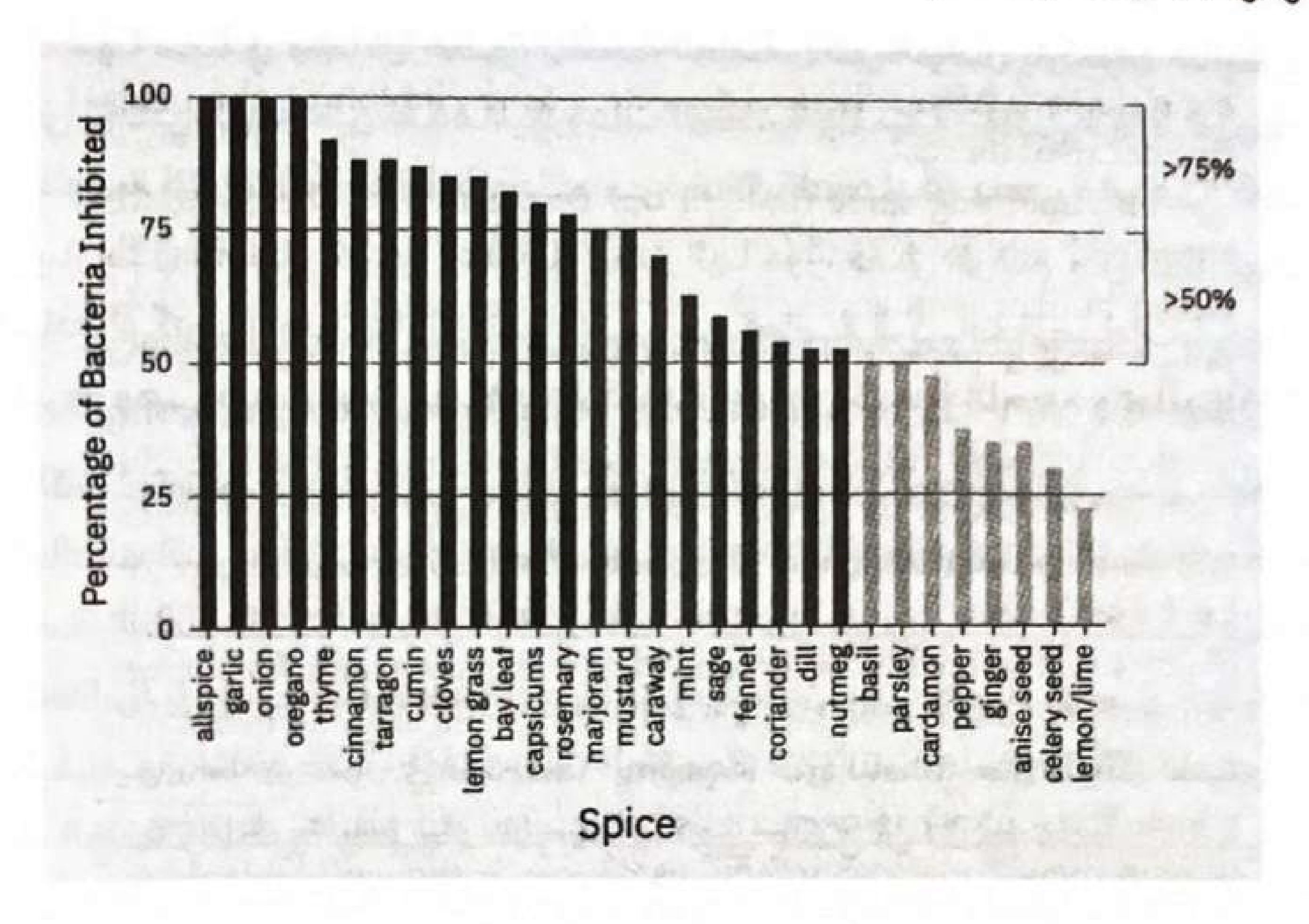
الصَّيدليَّاتُ الأولى

كانت التوابل هي الأدوية الأولى لنا، وأدَّى استخدامها بهذه الطريقة إلى ظهور بعض العلوم التجريبية الأولى، خاصَّةً الطب المصري والهندي. ومع ذلك، فإن استخدام الإنسان للنباتات للأغراض الطبية يمتدُّ عبر آلاف السنين، حتى قبل تطوُّر الجنس البشري نفسه. نحن، مثل الحيوانات الأخرى، نتطور مع النباتات، وندمج مُركَّباتها في وجباتنا الغذائية. على سبيل المثال، استخدم الصيَّادون في العصر الحجري القديم النباتات لتطهير أجهزة الجسم من الطفيليات، تمامًا كما تفعل الرئيسيَّات الحديثة. علاوة على ذلك، تمَّ اكتشاف مجموعة من حفريات إنسان نياندرتال مؤخرًا تضم فردًا يعاني من خُرَّاج شديد في الأسنان. تمكَّن عُلماء الحفريات من إعادة بناء النظام الغذائي لهؤلاء الأسلاف البشريِّين من البقايا الكيميائية على أسنانهم، واكتشفوا أن الفرد الذي يعاني من خُرَّاج الأسنان كان يتبع نظامًا غذائيًّا مختلفًا عن النظام الغذائي للآخرين، فقد كان يتناول نباتاتٍ

تحتوي على الأسبرين الطبيعي والمضادَّات الحيوية، أي كان بالفعل يتبع نوعًا من العلاج الذاتي. مع تطوُّر البشر، تنوَّعَت وجباتنا الغذائية لتشمل مجموعةً مُتنوِّعةً من النباتات المحلية، ودراسة وتطوير تاريخ طبيعي واعٍ بمحيطنا كمستودعات للأدوية الأولية(204). كان هذا صحيحًا على وجه الخصوص في الموائل الاستوائية، حيث كانت الرئيسيَّاتُ والإنسان بحاجَةٍ ماسَّة للدفاعات التي تقدمها النباتات. تعتمد معدلات نمو الميكروبات على درجة الحرارة وتُعزِّزها الرطوبة العالية؛ لذا فإن تهديداتها أكثر وضوحًا وشيوعًا في البيئات الاستوائية والدافئة والرطبة.

قامت جينيفر بيلينج Jennifer Billing وبول شيرمان Paul Sherman من جامعة كورنيل بدراسة استخدامات وكميات أنواع المختلفة من التوابل بين الأطباق من خلال جمع 4,570 وصفة من ثلاثة وتسعين كتابًا للطهي تمثِّل المأكولات التقليدية القائمة على اللحوم في ستٍّ وثلاثين دولة حول العالم. وافترَضَا أنه إذا تم استخدام التوابل لتحسين صحَّة الإنسان، فسيتم العثور عليها بكميات أعلى في وصفات البلدان ذات المناخات الأكثر دفئًا، حيث تَفسَدُ الأطعمة غير المبرَّدَة بسرعة أكبر. كما افترَضَا أن اللحوم سَتحتاج إلى مُتبِّلات أكثر من الخضار، وأن عملية الطهي المستخدَمَة لن تُدمِّر فاعلية التوابل المضافة. وقد جاءت البيانات في بحثهما لتدعم جميع الفرضيات، حيث وجَدَا أن جميع التوابل المستخدمة على نطاق واسع تقريبًا لها تأثيراتٌ قوية إلى متوسِّطة مضادَّة للجراثيم أو الفطريات، ومع أن البهارات والثوم والبصل والزعتر هي الأكثر فعالية. في الهند، تشتمل الوصفات على 3.9 توابل في المتوسط لكل وصفة من 25 نوعًا من التوابل المتاحة، في حين تتميز الوصفات النرويجية بمتوسط 1.6 من 10 توابل. وبالمثل، في مناخ المجر المعتدل، تستخدم الوصفات ثلاثة أنواع في المتوسط من 21 نوعًا من التوابل. وجدت الدراسة أيضًا أن إضافة التوابل موصى به أثناء الطهي أو بعده؛ مما يؤدي إلى زيادة الفعالية الطبية للتوابل، وأن الخضروات تلقَّت اهتمامًا أقلَّ من اللحوم (الخضروات أقل عرضة للعدوى التي يمكن أن تنتقل عند تناولها). وفي حين أننا نضع التوابل بوعيٍ لتعزيز مذاق طعامنا واستساغته، تُظهر دراسات مثل هذه الدراسة تأثيرًا للتطور التعاوني: تساعد التوابل في الحفاظ على الطعام خاليًا من الميكروبات الخَطِرة، ويمكن أن تكون لها خصائص طِبِّيَّة، وكلها تزيد

مـن الصِّحَّـة، وطـول العمـر، و النجـاح التكاثُـري لأولئـك الذيـن يجـدون مُتعَـة في نكهاتها (شكل 2-9) (205).



شـكل 9-2: معظـم التوابـل مُثبِّطـات قويـة لنمـو البكتيريـا. وهـي تُسـتَخدم في الوصفـات القائمـة عـلى اللحـوم أكـثر مـن الأطبـاق النباتيـة وتُسـتخدم في المناطـق المداريـة والاسـتوائية بكثافـة أكـبر مـن خطـوط العـرض المعتدلـة، وهـو مـا يتوافـق مـع دورهـا في تثبيـط العـدوى البكتيريـة التـي تنقلهـا الأغذيـة. الرسـم الأصـلي بنـاءً عـلى شـيرمان وبيلينـج، "فـن الطبـخ الداروينـي؟ شـكل 4.

مـن نـواحٍ كثـيرة، تُعَـدُّ إضافـة التوابـل مثـالًا ليـس فقـط عـلى سـباقات التسـلُّح التطوُّريَّـة المسـتمرة التـي سـبقت البشريـة، ولكـن أيضًـا عـلى كيـف اسـتخدمنا إبداعنـا البـشري لتحسـين مكانتنـا في المشـهد البيئـي المزدحـم الـذي نشـاركه مـع الكائنـات الحيـة الأخـرى. لقـد مكَّنَنـا موروثنـا التطـوُّريُّ للأدمغـة الكبـيرة والتفكـير المعقَّـد مـن الاسـتفادة مـن المـواد الكيميائيـة الموجـودة حولنـا بالفعـل، مثـل القرفـة والقرنفـل والخـردل التـي تتمتـع جميعهـا بخصائـص قويـة للغايـة مضـادَّة للبكتيريـا، أو دفاعـات المضـادَّات الحيويـة المماثِلَـة الموجـودة في البهـارات وأوراق الغـار والكراويـة والكزبـرة

والكمون والزعتر وإكليل الجبل والمريمية، وغيرها. يمكن أن تكون الميكروبات مثل السالمونيلا والإي كولاي والمكوَّرات العنقودية وغيرها التي تهاجم اللحوم وتؤدي إلى تعفُّنها سببًا في مشاكل خطيرةٍ للصِّحَّة العامة، لكن التوابل بتركيزات عالية بما يكفي تحمي البشر من هذه الميكروبات الخطيرة والمميتة- وهي فكرةٌ تعلَّمناها أوَّلًا من خلال التطوُّر والممارسة، ثم من خلال التفكير الإبداعي والواعي. حتى التوابل مثل الفُلفُل الأسود والفُلفُل الحار لها دورٌ، فعلى الرغم من أنها ليست مضادَّةً للبكتيريا بمفردها، إلا أنها تزيد من فعالية مُركَّبات المضادات الحيوية الأخرى، وهي نفسها من مضادات الأكسدة، وتمنع أكسدة اللحوم وتحلُّلَها(206).

كانت تجارة التوابل المزدهرة في تاريخنا الحديث تسير جنبًا إلى جنب الأوبئة والمجاعات التي دمَّرَت سُكَّان العالم، فهي إذن يمكن اعتبارها أول مشروع عالمي للصحة العامة للبشر. بمرور الوقت، أدَّت التوابل والمعرفة التي اكتسبناها من استخدامها إلى بدايات صناعة الأدوية اليوم، حيث ركَّز علماء الأحياء التطورية والكيميائيون المتخصصون في المنتجات الطبيعية على نباتات من الموائل الاستوائية، مثل الغابات المطيرة والشعاب المرجانية، التي يمكن أن تُقدِّم علاجات كيميائية جديدة للأمراض. ومثل الاندفاع نحو الذهب في كاليفورنيا في سنوات العقد 1850، الذي دفع عمال المناجم للتنقيب عن الذهب، كان الكيميائيون يستكشفون المواقع والنباتات الاستوائية بحثًا عن أدوية أخرى يمكن أن تُحسِّن رفاهية الإنسان (ويمكنها أن تملأ جيوبهم). يركِّز الكيميائيون اليوم بشكل متزايد على النباتات الداخلية، وهي مُركَّبات غامضة نوعًا ما في النباتات يبدو أنها تساعدها في التعامل مع الأمراض المُعدِيَة ومشاكل العوامل المُمْرِضة والأورام. وقد حدَّدنا أيضًا مواقعنا في الكائنات الميكروبية الخاصة بنا، وهذه قد تكون تطبيقات طِبِّيَّة مُهمَّة: من خلال دراسة البروبيوتيك probiotics (الكائنات الميكروبية المعزِّزة للحيوية)، وتطويرها بشكل أكبر، نتعلَّم المزيد عن الانتخاب الطبيعي والاستجابة التطورية السريعة للميكروبات المتعاونة معنا لمكافحة الأمراض التي لم يستطع جهازنا المناعي التغلُّب عليها، حتى بمساعدة اللقاحات(207).

وهناك مخاطر كبيرة تواجه البحث المعاصر في الأدوية الجديدة؛ لأن المضادَّات الحيوية، كما سبق الذِّكر، أصبحت تُستخدم بإفراط بالغ، وأنتجت سُلالاتٍ مُقاوِمةً للأدوية من الالتهابات البكتيرية والتي يمكن أن يكون لها عواقب كارثية. وفقًا

لمراكـز السـيطرة عـلى الأمـراض والوقايـة منهـا، يصـاب مـا لا يقـلُّ عـن مليـونَيْ شـخص في الولايـات المتحـدة كل عـام ببكتيريـا مقاوِمَـة للمضـادات الحيويـة ويمـوت مـا لا يقـل عـن ثلاثـة وعشريـن ألـف شـخص كنتيجـة مبـاشرة لهـذه العـدوى. يمكـن للاكتشـافات الجديـدة المتعلِّقـة بالمُركَّبـات النباتيـة أن تسـاعد في هـذه المعركـة- وفي حـالات أخـرى، حيـث أن هنـاك بعـض الأمـل في أن النباتـات ربمـا طـوَّرَت علاجـاتٍ لأوبئـة السرطانـات الأخيرة(208).

عمـل العـلاج المُفـرِط أيضًـا ضـد البيولوجيـا التطوريـة الحاليـة؛ مـما يشـير إلى أن الصحـة الجيـدة لا تكمـن في الوقايـة مـن الأمـراض -الهـدف المعتـاد مـن العنايـة الصحيـة والمضـادات الحيويـة واللقاحـات- ولكـن في السـيطرة عـلى المـرض؛ مـما قـد يشـجِّع عـلى تقليـل ضراوة الكائنـات المسـبِّبة للأمـراض. مـن الناحيـة العمليـة، قـد يعنـي هـذا عـزل المصابـين بشـدة لمنعهـم مـن نقـل الجينـات الخبيثـة إلى ضحايـا جُدُد. يمكـن أن يقـضي هـذا النهـج عـلى الأمـراض الخبيثـة والفتَّاكـة مـن خـلال تفضيـلٍ تطـوُّريٍّ للتكاثُـر ونجـاح مُسـبِّبات الأمـراض الأقـل فتـكًا. سـتكون الاسـتراتيجية غـير مُكلِفَـة مقارنـةً بإنتـاج المضـادات الحيويـة واللقاحـات وتوزيعهـا؛ وبالتـالي فهـي عمليـة بشـكلٍ خـاصٍّ للبلـدان منخفضـة الدخـل. تنطـوي هـذه الاسـتراتيجية عـلى التغلُّـب عـلى مُسـبِّبات الأمـراض مـن الناحيـة التطوريـة بـدلًا مـن الدخـول معهـا في لعبـة سـباق التسـلُّح المتصاعـدة[209]. ولا يمكـن إنـكار أن هـذا التنـاول نهـجٌ غـير مُتوَقَّـع لعـلاج صحـة الإنسـان وأمراضـه، وقـد اصطُلِـح عـلى تسـميته "طـب دارويـني"، ورغـم أن الطـب الدارويـني واعِـدٌ، لا يتـم تدريسـه في معظـم كليـات الطـب لأنـه يُنـاقِض آلاف السـنين مـن العقيـدة الطبيـة. (قـد لا يفاجـئ القـارئ أن يعـرف أن العلـم، مثـل الديـن، لـه عقائِـدُه ومُؤسَّسـاته الخاصـة التـي تسـتحقُّ التحـدي).

ومـع ذلـك، فـإن إمكانيـات ابتـكار أدويـة جديـدة خـارج الطـب الدارويـني محـدودة أكـثر بسـبب تدمـير مواردنـا الاسـتوائية، التـي يتعـرَّض تنوُّعهـا البيولوجـي للحصـار. سـوف نستكشـف الآثـار التـي يُسـبِّبها الإنسـان للبيئـة أكـثر في الفصـل الحادي عـشر، ولكـن إزالـة الغابـات المداريـة تسـارَعَت بنسـبة 10 بالمائـة تقريبًـا منـذ بدايـة القـرن الحـادي والعشريـن، ومـن المقـدَّر أن ثمانـين ألـف فـدان مـن الغابـات المطـيرة تتعـرَّض للتدمـير يوميًّـا، مـع خسـارة جانبيـة تبلـغ 135 نوعًـا مـن النباتـات والحيوانـات والحشرات يوميًّـا، حـوالي خمسـين ألـف نـوع كل عـام. تُفقَـد الشِّـعاب المرجانيـة أيضًـا

بمعدَّلٍ يُنذِر بالخطر بسبب التطوُّر، والاحترار العالمي، وزيادة نسبة الحمضية في المحيطات، وزيادة تراكُم المواد العضوية، والأمراض. تتقلَّص الشِّعاب المرجانية في المحيطين الهندي والهادي بنسبة 1 بالمائة كل عام، وهي خسارة تعادل ما يقرب من ستمائة ميل مربع سنويًا؛ ممَّا يجعل مُعدَّل فقدان الشِّعاب المرجانية يبلغ ضعف مُعدَّل خسارة الغابات الاستوائية المطيرة. نحن ندمِّر بعض أكثر المواطن والبيئات تنوُّعًا على هذا الكوكب، ومعها بعض أكثر الموارد قيمة لدينا لتحسين صِحَّة الإنسان- كنز دفين لمئات الملايين من السنين من الدفاعات الكيميائية المتطورة(210).

الثلّاجات الأولى

في حين كانت التوابل ضروريَّةً لحماية أجهزتنا المناعية من الفطريات والميكروبات الضارة، وللتوصُّل إلى أدوية فعَّالة، إلا أنها كانت بنفس الأهمية في إمدادنا بالقدرة على حفظ الطعام وتخزينه. عندما استقرَّ البشر الأوائل في الزراعة وتزايُد عدد السكان، واجهوا نفس الاختناقات التي تُهدِّد جميع السكان عندما يتزايد عددهم بسرعة: محدودية الموارد تزيد من فرص المجاعة والمرض. كانت هذه مشكلة جديدة تواجه أسلافنا وقد ألهمتهم بالبحث عن طرق جديدة لتخزين الطعام لاستخدامه خلال فصل الشتاء وفي سنوات ضَعف الإنتاج. أصبح التجفيف والتدخين والتجميد والتخليل والمعالجة والتتبيل- مهاراتٍ حيوية، وعملت تقنيات حفظ الطعام هذه جنبًا إلى جنب مع الممارسات الطبية المبَكِّرة؛ مما أدى إلى تعزيز صحة الإنسان مع تحفيز ردود الفعل المناسبة للنمو السكاني. كان حفظ الطعام أيضًا شرطًا أساسيًّا لرحلات الاستكشاف التي تقطع مسافات طويلة عبر البر والبحر. بدون المؤن، كانت الرحلات الاستكشافية الطويلة غير عملية وخطيرة للغاية. أتاحت تقنيات الحفظ طريقَ الحرير، والإمبراطورية المغولية الواسعة من البدو الرحل، والإمبراطورية الرومانية وتفرُّعاتها، فضلًا عن التجارة والاستعمار عبر المحيط الأطلسي والمحيط الهادئ.

تَمكَّن البشر في الشرق الأوسط أوَّلًا من حفظ اللحوم والحبوب عن طريق التجفيف الشمسي، وهي طريقة سبقت الثورات الزراعية. كما قام القنَّاصون

وجامعو الثمار في العصر الحجري القديم بتدخين اللحوم والأسماك، وهي تقنية لا تزال مُستَخدَمة لدى شعب الإنويت، السُّكَّان الأصليِّين في القطب الشمالي لكندا وألاسكا. كان الحفظ في محلول قلويٍّ (Lye) أيضًا أسلوبًا فعَّالًا، لكن اللحوم والأسماك المُخزَّنة فيه اكتسبت طعمًا مُحدَّدًا قد يصفه البعض -مثل أقاربي النرويجيِّين الذين يأكلون في أيام العطلات أسماك اللوت، والسردين المعالَج بالمحلول القلوي، والأنشوجة- بأنه "طعم كريهٌ". صلصلة الجاروم Garum مثالٌ آخر: وهي مُركَّبٌ روماني ويوناني تقليدي مُماثِل، تُصنَع من دم الأسماك وأمعائها، كانت الجاروم تُصنع عن طريق تمليح أحشاء الأسماك وتركها بالشمس لمدة شهر، لتمرَّ بعملية تخمير وتسييل.

كانت كل وسائل الحفظ هذه مُهِمَّة في حد ذاتها، وكلها تركت بصماتها على التنمية البشرية. كانت هذه التقنيات هي ابتكارات البشر الأولى لمنع الطعام من التَّلَف عبر أيامٍ أو حتى شهور. لكن أكبر تقنيات حِفظ الطعام نجاحًا، وواحدة من أكثر الموارد تأثيرًا على هذا الكوكب، تكمن في إناء صغير على طاولاتنا.

قصَّة المِلح

منذ نشأت الحياة في البحر، اعتمدت جميع الحيوانات على خصائص مياه البحر كبديل "للحساء البدائي" الذي ولَّد الحياة على الأرض وكان راعيًا لها. استوعبت الحيوانات البرية هذه التبعية بشكل فعَّال، بغسل الخلايا والأعضاء في محلول مِلحيٍّ. الحق أن الصوديوم ضروريٌّ لعمل الخلايا وتنظيم التمثيل الغذائي الخلوي، وهو حاجة فسيولوچية نرى أنها تلعب دورًا في العالم الطبيعي: عندما يكون الملح منخفضًا جدًّا في النظام الغذائي للحيوانات العاشِبة، فإنها تبحث عن الملح تَلعَقه لتعويض النقص(211).

ورغم الهَوَس البشري الحالي بالنُّظُم الغذائية منخفضة الملح، فنحن بحاجة إليه بالمثل(212). لكن الملح اليوم يُستخدَم بإفراطٍ لدرجة أننا نسينا تاريخه الطبيعي ومدى أهميته الدائمة من أجل بقائنا. لا يزال بإمكاننا رؤية بقايا لأهميته في الوصفات من جميع أنحاء العالم: يُذكِّرنا سمك القُدِّ المملَّح المستخدَم في الأطباق البرتغالية باستكشاف المحيطات والتحكُّم في البحار الذي عزَّز نُموَّ دولةٍ

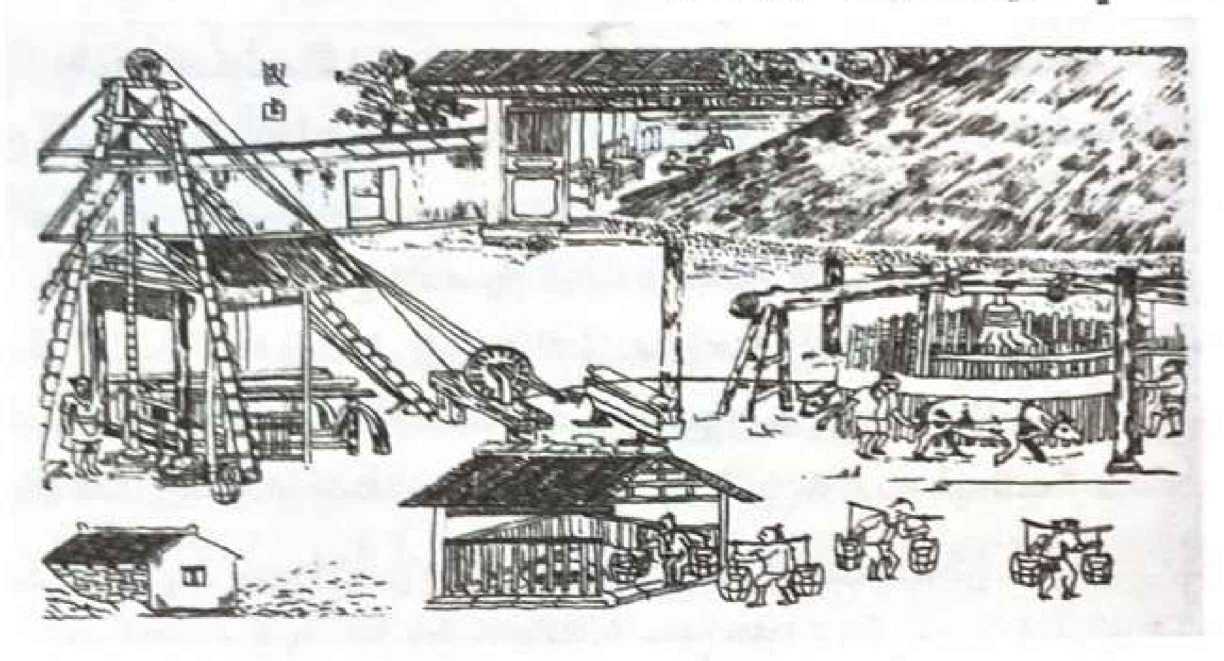
صغيرة لتصبح قـوَّةً عالميـة، ويُذكِّرنـا لحـم الخنزيـر في الأعيـاد بالأيـام الخـوالي عندما أتـاح اخـتراعُ لحـم الخنزيـر المملـح اسـتهلاكَ أحـد أوائـل الحيوانـات المستأنسـة بعـد فـترةٍ طويلـة مـن ذبحـه.

يكشـف تاريـخ المِلـحِ عـن هَـوَسٍ بَـشريٍّ مُسـتمرٍّ بهـذا المعـدن الـذي يعتـبر الآن أكـثر المعـادن تواضُعًـا: فقـد نشـأت المـدن الغنيَّـة حيـث كان الملـح وفـيرًا، وكان الوصول إلى الملـح دافعًـا للابتـكارات (مثـل الاكتشـاف غـير المقصـود للوقـود الأحفـوري، كـما سـنرى لاحقًـا)، وكان الملـح مـن المـوارد القويـة التـي تُفـرض عليهـا الضرائـب وتتحكَّـم فيهـا الحكومـات. حدَثَـت ترسُّـباتُ المِلـح الطبيعيـة في كميات الميـاه المالحة التـي تتبخَّر موسـميًّا ويمكـن إنتاجـه محليًّـا بعمـل أحـواض لتبخـير الميـاه المالحـة. يمكـن أيضًـا العثـور عـلى الملـح في التكوينـات الچيولوچيـة كملـح صخـري في آثـار البحـار القديمـة أو بِـرَك الميـاه الجوفيـة المالحـة. في جميـع أنحـاء أوراسـيا وإفريقيـا والأمريكتـين، تطـوَّرَت الحضـارة البشريـة حـول مـوارد الملـح الغنيـة هـذه، حيـث بـدأ البـشر تعديـنَ الملـح منـذ مـا قبـل 5,000 ق.م.

أقيمـت أولى منشـآت إنتـاج الملـح عـلى نطـاق واسـع في الصـين حـوالي 1000 ق.م. وسـيطرت الطبقـة الأرسـتقراطية الصينيـة عـلى سـعر الملـح مـن خـلال الاحتـكار، واسـتخدمت أربـاح مبيعـات الملـح لدعـم جيشـهم ضـد الحـرب الأهليـة وحمايـة طـرق التصديـر في الشـمال مـن جيرانهـم المغـول العدوانيـين. انعكسـت هـذه الأهميـة في الرمـز الصينـي التقليـدي للملـح، والـذي اسـتُخدِم كختـم ضريبـي. ولكـن رغـم المـوارد الطبيعيـة الغنيـة في منطقـة سيشـوان، لم تكـن هنـاك رواسِـبُ مِلـحٍ سَـطحيَّة. وبـدلًا مـن ذلـك، اكتشـف الصينيـون بِـرَكَ الميـاه المالحـة الجوفيـة وبـدؤوا في حفـر الآبـار لاسـتخراج المحلـول الملحـي وتبخيره، ليبقـى الملـح في أحـواضٍ مِلحيَّـةٍ ضَحلَـة. حُفِـرَت هـذه الآبـار أوَّلًا باليـد، لكـن العُـمَّال مرضـوا وماتـوا مـن الأبخـرة القابلـة للاشـتعال المنبعثـة منهـا، والتـي قـد تشـتعل أحيانًـا وتـؤدِّي إلى تفجـير الآبـار، التـي تظـلُّ تحـترق لأسـابيع بعـد ذلـك.

تبـيَّن أن الأبخـرة الغامضـة هـي غـاز طبيعـي، وقـد أدَّى هـذا الاكتشـاف غـير المقصـود إلى بعـض أكـثر الابتـكارات التكنولوچيـة إثـارةً للدهشـة في العـالم القديـم. منـذ مـا يقـرب مـن ثلاثة آلاف عـام، بـدأ الصينيُّـون الحفـر بالـدَّقِّ [باسـتخدام المدقاق]

بحثًا عن المحلول الملحي وعن الغاز الطبيعي الذي يمكن استخدامه في المنازل، وأيضًا استطاعوا استخدامه تجاريًا كمصدر للنيران المحمولة. كانت آبارُ الغاز الطبيعي هذه، المسمَّاة "آبار النار"، مُتَّصِلَةً بشبكات من أنابيب الخيزران. تمَّ تطوير التقنيات المستخدمة لتسخير هذا المورد قبل ألف عام كاملة من استخدامها في أي مكان آخر في العالم، ومنذ ذلك الحين، كان الغاز الطبيعي مُستَخدَمًا في الصين (شكل 9-3) (213).



شكل 9-3: كانت أعمال المحاليل الملحية الصينية في القرن الثاني ق.م تُحفَر بالدّقّ للوصول إلى بِرَك المياه المالحة لاستخراج الملح؛ ممَّا أدى إلى اكتشاف الغاز الطبيعي في نفس المناطق. كان المحلول الملحي يُضَخُّ إلى سطح الأرض ويتبخَّر باستخدام نيران الغاز الطبيعي. أُعيد رَسمُه بناءً على تصوير للملك العام من قانون حوليات الملح في مقاطعة سيتشوان (Annals of Salt Law of Sichuan Province).

في الألفية الثانية قبل الميلاد، كان المصريون يُصدِّرون الملح والأسماك المجفَّفة بالملح عبر البحر المتوسط من خلال شبكات التجارة القائمة التي تمَّ تطويرها لأول مرة على أيدي الفينيقيين من تُجَّار الصِّبغة. أبقت مصر وشمال إفريقيا على سِرِّيَّة طُرُق الملح الصحراوية، وتحت الحماية المشَدَّدة؛ ذلك أنه كان يُقال في ذلك الوقت إن الملح يساوي وزنه ذهبًا، وكان غالبًا يُباع بالأوقيَّة(214). وكان للمِلح أهميَّةٌ إضافية في مصر، حيث كان أحدَ المكوِّنات الأساسية المستخدمة لحفظ الجسد بشكلٍ صحيح للحياة في العالم الآخر. بعد إزالة الأعضاء الداخلية من

الجسـد، كانـت الأمـلاح والراتنجـات والتوابـل تُسـتخدم لتحنيـط الجسـد- وغالبًـا مـا كان المصريـون مـن الطبقـات الدنيـا يسـتخدمون الملحَ فقـط لهـذا الغـرض. ربمـا أدّى اسـتخدام كلٍّ مـن التوابـل والملـح في هـذه العمليـة إلى أول اسـتخدام للتوابـل لحفـظ الطعـام، حيـث لاحـظ المصريـون أن التوابـل أَخَّـرَت التَّلَـف مثلـما يفعـل الملـح.

كان إنتـاج الملـح أيضًـا مُهـمًّا للإمبراطوريـة الرومانيـة. ظلَّـت أوسـتيا، الواقعـة عـلى البحـر التـيراني، ميناء لرومـا فـترة طويلـة حيـث يعـود تاريخهـا إلى القـرن الرابـع قبـل الميـلاد، وقـد أقيمـت بالقـرب مـن مسـتنقعات الملـح المحليـة المسـتخدمة بالفعـل لإنتـاج الملـح وثبـت أنهـا ضروريـة لنقـل الملـح عـبر الإمبراطوريـة. سـيطرت الإمبراطوريـة الرومانيـة عـلى سـعر الملـح، وهـو مثـالٌ مُبكِّـر عـلى ضريبـة الملـح الأوروبيـة، حيـث تـمَّ اسـتخدام ضرائـب الملـح والرسـوم الزائـدة لجمـع الأمـوال للحـروب والمشروعـات المدنيـة. كانـت القوافـل التـي تحتـوي عـلى مـا يصـل إلى أربعـين ألـف جَمَـلٍ تسـافر مئـات الأميـال في الصحـراء لحصـاد ونقـل الملـح مـن البحـار القديمـة المتبخِّـرة إلى الأسـواق الأوروبيـة الداخليـة.

نشـأ العديـد مـن المـدن الأولى في أوروبـا عـلى وجـه التحديـد بسـبب قُربهـا مـن مـوارد الملـح. سـيطر السِّـلتيُّون الأوائـل عـلى القـارة الأوروبيـة في أواخـر العـصر البرونـزي وأوائـل العـصر الحديـدي، وازدادوا ثـراءً عـن طريـق تجـارة الملح مـع الإغريق. مدينـة هالسـتات Hallstatt -والاسـم يعنـي حرفيًـا "قِطعَـة مِلـح"- ويعـود إلى هـذه القـوَّة الثقافيـة. طـوَّر السِّـلتيُّون مناجِـمَ الملـح بـين القرنـين الثامـن والسـادس ق.م، حيـث حفـروا المناجـم للوصـول إلى الينابيـع المِلحيَّـة التـي كان يـتردَّد عليهـا القنَّاصـون وجامعـو الثـمار في العـصر الحجـري القديـم. كانـت المناجـم في البدايـة تُحفَـر يدويًـا، ثـم باسـتخدام أدوات مـن تقنيـات الحديـد الجديـدة، وعـلى الرغـم مـن أنهـا كانـت في البدايـة بطـول 2.8 ميـل (4.5 كـم) وعمـق 919 قدمًـا (280 مـترًا)، إلَّا أنهـا امتـدَّت في العصـور الوسـطى إلى مـا يقـرب مـن 50 ميـلًا (80 كـم)(215). في القـرن السـادس عـشر، تـمَّ ابتـكار اسـتخراج الملـح الرطـب في مناجـم هالسـتات: تـمَّ تحويـل الميـاه إلى الآبـار؛ مـما أدى إلى إذابـة الملـح وتحوُّلـه إلى محلـولٍ مِلحـيٍّ، يُضَـخُّ بعـد ذلـك ويوضـع في أحـواض للتبخـير. أحدثـت هـذه التقنيـة ثـورةً في تعديـن الملـح وزادت ثـروة المنطقة. في جميـع أنحـاء أوروبـا، نـرى بقايـا هـذه الـثروة الملحيـة في مُـدُن مثـل سـالزبورج (مدينـة الملـح) وهالـين (أعـمال الملـح)، وكلتاهـما تقـع عـلى نهـر سـالزاخ أو نهـر الميـاه

المالحة. وفي بريطانيا، نجد أسماء عدَّة مُدن تنتهي باللاحقة "wich"، والتي تشير أيضًا إلى إنتاج الملح.

ليس من المستَغرَب أن مثل هذا المورد الثمين تَسبَّب في العديد من الحروب حول النفاذ إليه، كما حدث عندما خاضت البندقية الحربَ مع جنوا للسيطرة على تجارة الملح في روما القديمة. وفي القرن الرابع عشر، فرض الفرنسيون ضريبةَ مِلح كريهةً تُسمَّى جابيل Gabelle ظلَّت سارية المفعول حتى عام 1790، وكانت أحدَ الدوافع الرئيسية للثورة الفرنسية. لعبت ضرائب الملح أيضًا دورًا في الثورة الأمريكية، حيث أوقف الموالون لبريطانيا شَحنات الملح الأمريكية للتأثير على قُدرَة أمريكا على حفظ الطعام خلال فصل الشتاء. وقد حفَّزَت الاحتجاجات ضد ضرائب الملح الإنجليزية حركةَ استقلال الهند: في سنوات العقد 1920، أدَّت زيادة ضرائب الملح على الرعايا الهنود الفقراء بالفعل إلى احتجاجات المهاتما غاندي السِّلميَّة، وخاصَّةً المسيرة إلى بحر العرب في عام 1930. أدَّت هذه المسيرة واستمرار الاحتجاجات السلمية ضد ضريبة الملح إلى اعتبار غاندي رمزًا عالميًّا للاحتجاج السِّلمي والعدالة وحركة المساواة في الحقوق في القرن العشرين(216).

لن نبالغ إذا قُلنا إن الملح كانت له أهمِّيَّة كبيرة في تاريخ البشرية، وحتى وقت قريب كان يُعتَبَر رمزًا للسلطة والثروة. كان الملح عُملَةً في العديد من الثقافات القديمة، من الصين إلى روما، وقيمته كمادَّة حافظة مستمرَّة طوال تاريخ الحضارة الإنسانية. لقد كان وحدةً نقديَّةً، وموردًا لسُلطَة الدولة، وأداةَ حَربٍ- كلُّ ذلك بسبب احتياجاتنا التطورية لدفاعاتٍ أقوى ضد الميكروبات والفطريات الخبيثة. بعد أن أدَّت الحضارة إلى زيادة عدد السُّكَّان وتكثيف ترتيباتنا المعيشية، كان علينا أن ندافع ليس فقط عن أجسادنا ضد هذه التهديدات، ولكن أيضًا عن طعامنا المخزون. كانت التوابل، والملح على وجه الخصوص، نتيجةَ سنواتٍ من معرفة التاريخ الطبيعي والتعايُش مع النباتات والمواد العضوية الأخرى من حولنا.

التّجميد

مـع أن صنـدوق الثَّلـج كان بديـلًا عـن الملـح، إلَّا أنـه لم يُختـرع حتـى القـرن التاسـع عـشر، لكـن اسـتخدام الثلـج لتخزيـن الطعـام لـه تاريـخٌ أطـول. كان الجليـد يُشـحَن إلى المناخـات الدافئـة ويُخـزَّن لحفـظ الطعـام والمـواد الأخـرى سريعـة التَّلَـف منـذ القـرن السـابع عـشر ق.م في بـلاد مـا بـين النهريـن. كانـت بيـوت الجليـد القديمـة في الهـلال الخصيـب عبـارة عـن هيـاكل طينيـة سـميكة الجـدران عـلى شـكل قُبَّـةٍ مدفونـة جزئيًّـا تحـت الأرض ومعزولـة بالقَـشِّ. كان الجليـد يُحصـد في الجبـال ويُنقَـل بالقـوارب في الشـتاء (شـكل 9-4). في القـرن العـاشر قبـل الميـلاد، اسـتُخدِمَت الأقبيـة تحـت الأرض كمخـازن جليديـة لحفـظ الجليـد وتخزيـن المـواد سريعـة التَّلَـف حتـى الربيـع والصيـف. كانـت بيـوت الثلـج هـذه للأثريـاء فقـط حتـى القـرن السـابع عـشر- عـلى سـبيل المثـال، قـام كل مـن جـورج واشـنطن وتومـاس جيفرسـون بعـزل صناديـق الثلـج في قبـو بيتـه(217).



شـكل 9-4: بيـت ثلـج قديـم في إيـران يُعتَقَـد أن عمـره أكـثر مـن ألفـي عـام. كانـت هـذه الأبنيـة مخصَّصـة لخـزن الجليـد الـذي يُنقـل مـن الجبـال خـلال فصـل الشـتاء، بهـدف الحفـاظ عـلى الطعـام القابـل للتلـف خـلال أشـهر الصيـف الدافئـة. ©Artography/ Shutterstock.

في الولايات المتحدة، بدأ العمل التجاري للجليد في أواخر القرن الثامن عشر في نيو إنجلاند، بهدف شحن الثلج إلى أصحاب المزارع الكاريبيَّة الأغنياء. بدأ استخدام صندوق الثلج المنزلي والتوصيل للمنازل في بوسطن بعد ذلك بوقتٍ قصير. كان الثلج يُحصَد أثناء فصل الشتاء في البحيرات الشمالية ويُنقَل ويُخزَّن في بيوت ثلجيَّة معزولة في المدن الكبيرة عبر الولايات المتحدة(218). في البداية كان يُحصَد يدويًا، باستخدام المناشير لقطع كُتَل من الجليد؛ ثم باستخدام قواطع الجليد التي تجرُّها الخيول. كانت الطلبات تصل للمنازل بعربات تجرُّها الخيول أمَّا المنتجات القابلة للتَّلَف فتُنقل جنوبًا إلى مناخات أكثر دفئًا في سُفُنٍ معزولة وعربات سكة حديد معزولة أيضًا. بحلول خمسينيات القرن التاسع عشر، كان ما يقرب من 100,000 طن من الثلج تُنقل سنويًا إلى صناديق الثلج المنزلية.

في القرن التاسع عشر، جرت محاولة لإنعاش مِهاد المحار على شواطئ خليج بيوجيت ساوند التي سبق تعرُّضها للإجهاد نتيجة الحصاد المفرط. قادت هذه المحاولة إلى إرسال محار ساحل المحيط الأطلسي عبر البلاد في عربات صندوقية مثلَّجة(219). فشلت هذه المحاولة، لكنها مهَّدَت الطريق لاختراع الثلاَّجات الكهربائية في أوائل القرن العشرين وما صاحب ذلك من انخفاض سريع في الاستخدام اليومي للثَّلج والملح. كانت صناعة المحار هي التي طوَّرَت التبريد الكهربائي، من أجل زرع المحار الياباني بنجاحٍ على ساحل المحيط الهادي للولايات المتحدة.

جاء هذا التقدُّم التكنولوجي الهائل، كما حدث كثيرًا في تاريخ البشرية، مع عواقب غير مقصودة، من بينها انتشار أنواع الكائنات الضارَّة والتجانُس العالمي للأنواع. أصبح قدوم المحارِ قناةً رئيسية لإدخال الكائنات الدقيقة البحرية الآسيوية، التي تتنقَّل مع السفن، إلى ساحل المحيط الهادي في أمريكا الشمالية ثم حول العالم. ونتيجة لذلك، انتشرت الأنواع سريعة النمو والتكاثر من جميع أنحاء العالم لتهيمن على الموائل التي تدور التجارة بها بكثرة. على سبيل المثال، المياه الضَّحلة في خليج سان فرانسيسكو وطوكيو وبوسطن، من بين أمثلة كثيرة أخرى، تشترك في العديد من هذه الكائنات، كدليلٍ طويل الأجل لما نُسمِّيه "روليت الأنواع". نحن لا نفهم جميع عواقب هذه الانتقالات، ولا نعرف تمامًا التكلفة البشرية لاستبدال المجتمعات الأصلية التي تطوَّرَت معًا بمجتمعات من الأعشاب

ناشئة عن النشاط البشري- لكننا نعلم أننا قد نستطيع إبطاء هذه العملية، ولن نتمكّن من أن نوقفها. إن العواقب غير المقصودة لابتكاراتنا، والتي تأتي جميعها من النُّموّ السُّكّاني المتطرِّف للحضارة والمناورات والتقنيات التي نحتاجها لمواكبة توسُّعنا كنوع، ليست قضايا محلية صغيرة. إنها مشكلات حقيقية تُهدِّد بقاء جنسنا البشري جنبًا إلى جنب العديد من الأنواع الأخرى (220).

الفصل العاشر

حَضارةٌ على نار

طـوال تاريـخ الحيـاة عـلى هـذا الكوكـب - التطـور ومـا يتطلّبـه مـن تكيُّـف؛ التعـاون والمنافسـة؛ المخطَّطـات المتنوعـة والمعقَّـدة للبقـاء والهيمنـة والانقـراض عـبر الأنـواع والموائـل- بقِيَـت حقيقـة واحـدة بسيطة: تسـعى جميـع الكائنـات التـي تتكاثر ذاتيًـا إلى طاقـة كافيـة لتنمـو وتتكاثـر بنجـاح حتـى تتمكـن مـن تمريـر چيناتهـا إلى الجيـل التـالي. كان تطـور هـذه العملـة والاقتصـاد القائـم عـلى الطاقـة عمليـة طويلـة بشـكل لا يمكـن تصـوُّره وتعـرض المعركـة بـين الـصراع والتعـاون. بـدأت الحيـاة عندمـا اسـتحوذت الجزيئـات القـادرة عـلى التكـرار عـلى عمليـات التمثيـل الغـذائي التـي تطـوَّرت عـلى مـدى آلاف السـنين في الحسـاء البـدائي. وأعقـب ذلـك اسـتغلال الطاقـة الشمسـية وتطـور الارتقـاء التكافـلي الميكـروبي لتكويـن خلايـا وكائنـات حقيقيَّـات النـوى، والتـي مـن خـلال التنظيـم الـذاتي والتعـاون، شـكَّلَت مجموعـات غذائيـة وشـبكات للطعـام، ودوائـر طاقـة أوَّليَّـة متكـررة، ونباتـات وحيوانـات متعـددة الخلايـا ومعقَّـدة التكويـن. حدثـت هـذه التغيـيرات عـلى مـدى مليـارات السـنين، فتراكمـت

على الأرض كميات هائلة من احتياطيات الطاقة الشمسية الحية والأحفورية التي ضخَّت الطاقة بشكل حَصريٍّ في محرِّكات الحياة على الأرض منذ ذلك الحين.

اعتمد الإنسان، مثل جميع الكائنات الحية الأخرى تقريبًا على الأرض، على الطاقة الشمسية، التي تنتقل عبر سلاسل الغذاء، لتشغيل عمليات التمثيل لديه. لكن البشر، على عكس الكائنات الحية الأخرى، طوَّروا أيضًا تقنيات تعتمد على الطاقة، من تقسية رؤوس الرماح حتى انقسام الذرَّات. سَخَّر نوعُنا الطاقةَ في البداية من خلال السيطرة على النار، والتي حوَّلَت الرئيسيَّات متوسِّطة الحجم التي كانت فريسةً للحيوانات الكبيرة من آكِلات اللحوم إلى حيوانات مفترسة عليا، وأعلى مستهلكين للطاقة. وسَّعَت النارُ انتشار البشر إلى مناطق مناخية أكثر برودة؛ ومثَّلَت حمايةً للبشر الأوائل من الحيوانات المفترسة والحشرات والأمراض؛ وحسَّنَت صناعة الأدوات. يُعدُّ التحكم في النار أحد أهم القوى التي تستند إليها البشرية، وقد أدى اعتماد البشر على النار إلى دورات من الازدهار والكساد للابتكار، واستغلال الموارد، واستنفاد الموارد حيث اكتشفنا موارد جديدة وفعَّالة بشكل متزايد لإنتاج النار.

إذن، أدَّى تطور الحضارة إلى علاقة متطوِّرة بموارد الطاقة والاعتماد عليها؛ ممَّا أدى، من خلال الاستخدام المفرط، إلى توتُّر العلاقات التعاونية بين الإنسان وبقية العالم. لم تُشكِّل مصادر الطاقة تاريخَ البشرية فحسب، بل شكَّلَت أيضًا المشهد الچيولوچي للكوكب بأكمله؛ ممَّا أعطى جنسنا أفضليَّةً على الأنواع الأخرى، وحتى مجموعات فرعية مُعيَّنة من جنسنا البشري على البقية. لكن كيفية إنتاج موارد الطاقة هذه ومعالجتها واستخدامها هي من بين أهم الأسئلة التي تواجه البشر اليوم.

حَرق الغابات

كان الخشب هو أوَّل مورد للحرارة والضوء يستغلُّه أسلافنا من البشر الجُدُد منذ حوالي مليوني عام. لكن الخشب محدود الكمية. فالخشب الطازج يحتوي على أكثر من 60 بالمائة من المياه، فلن يحترق بسهولة ما لم يَجِفَّ أوَّلًا؛ لذلك قام القنَّاصون الجامعون الأوائل بجمع الأخشاب الجافَّة للحرق وتعلَّموا تجفيف

أو إعداد الأخشاب التي لم تكن جاهِزةً بعدُ. وتحترق الأخشاب في درجات حرارة منخفضة نسبيًّا، وينبعث منها دُخَانٌ بسبب محتواها من الماء. وهذا يعني، من بين أمور أخرى، أن نار الخشب لا تشتعل بدرجة كافية لإذابة المعادن من الخام أو إذابة الرمل لعمل الزجاج. ومع ذلك، فمن المحتمل أن الاكتشاف غير المقصود لهذه التقنيات حدث عندما أصبح الخشب شديد الجفاف على حواف نيران الموقد ساخنًا بدرجة كافية لإذابة الخام أو الرمل؛ ممَّا أدَّى إلى تطوير الفحم.

يمكن رؤية الدليل على استخدام الفحم الأولي في رسومات الكهوف بالفحم التي يبلغ عمرها 30,000 عام، أمَّا استخدامه على نطاق واسع كوقودٍ لصهر النحاس فقد بدأ منذ حوالي خمسة آلاف عام. وإنتاج الفحم صناعة قديمة، يمكن القول إنها أول صناعة بشرية، وقد تطلَّبَت حُفرًا دقيقة للحرق مع نار يمكن التحكُّم فيها بعناية، وبطيئة الاحتراق، والتحكُّم في كمية الأكسجين المطلوبة لتجفيف وتبخُّر المركبات المتطايرة من الخشب دون حرقها. كانت حفر إنتاج الفحم المبكِّرة كبيرة، حوالي ثلاث ياردات (2.7 م) مُربَّعة، وعمقها حوالي ياردتين (1.8 م). وكان الخشب المقطَّع يُكدَّس بكثافة في الحفرة ويتم إشعاله بالجمر المحترق قبل تغطيته بالأعشاب والتراب للحَدِّ من الاحتراق. بعد عدَّة أيام أو أسابيع، يكون ما بقي في الحفرة هو الكربون شبه النقي، وهو مادة يمكن أن تحترق بدرجة كافية لاستخدامها في تلك التقنيات المبكِّرة مثل تشكيل المعادن وصناعة الزجاج. كانت نيران الفحم إيذانًا بدخول العصر البرونزي والحديدي والتغيير الكبير في الحضارة من خلال المحاريث المعدنية المبتكرة وتقنيات الأدوات وصناعة الأسلحة. وهكذا كان الفحم حاسمًا لنموِّ الحضارة المبكِّر، وللتعقيد المتزايد للأسلحة(221).

كان الخشب، نظرًا لأهميته وسهولة الوصول إليه، موردًا يسهل حصاده بإفراط كبير. سرعان ما أُزيلَت الأشجار من حواف الغابات منخفضة الإنتاجية التي انجذب إليها الإنسان في البداية؛ مما أدى إلى أولى التعديلات المبكِّرة على موائلنا. تحدُّ جذور النباتات وعرائشها من تبخُّر التربة وتآكلها، كما أن أوراقها المتساقطة تُثري التربة وتؤدي إلى تفاعُلات إيجابية مع الفطريات والميكروبات(222). لقد أدت إزالة الغابات إلى زوال هذه الفوائد؛ مما قاد إلى تغيُّرات مروِّعة للموئل، مثل التصحر وغيره من العواقب غير المتوقَّعة اجتماعيًّا وبيئيًّا. ويرجع اكتشاف العديد من الآثار القديمة في مناطق غير صالحة للسكن إلى أن إزالة الغابات

كانت نتيجة طبيعية لنشأة المدن المبكرة، كما أن إزالة الأشجار والغابات مكَّنَت الرياح من تجفيف وإزالة التربة السطحية للمنطقة. زادت إزالة الغابات جنبًا إلى جنب مع التقدُّم التكنولوجي، حيث طوَّر البشَرُ قُوًى جديدة من خلال أدوات مبتكرة مثل الفؤوس اليدوية.

كانت إزالة الغابات، للحصول على الوقود ومواد البناء، وإنشاء الأراضي الزراعية والمراعي، أهم حدث چيولوچي يؤثر على النظم البيئية الطبيعية والبرية منذ نهاية العصر الجليدي الأخير قبل خمسة عشر ألف عام. ابتداءً من حوالي 3,000 ق.م، أدَّت ضغوط التزايد السكاني والتحضُّر إلى تغييرات جذرية في الغطاء النباتي للغابات، فضلًا عن الكائنات الحية التي تعتمد على الأحراج والغابات. توثِّق السِّجلّات الأثرية والبيولوچية القديمة هذا التاريخ من إزالة الإنسان للغابات. ويكشف البحث الإيكولوچي للعصور القديمة -وهو بحثٌ يعتمد على القراءة طويلة المدى لحبوب اللقاح في رواسب البحيرات ناقصة الأكسچين- تكشف أن مساحات كبيرة من الغابات قد أزيلت بحلول 1,000 ق.م.، أي قبل وقت طويل من التاريخ الذي توقَّعه الكثيرون. ومع انتشار الحضارة على مدى الخمسمائة عام التالية، أدَّى تركيزها على التنمية إلى تسريع إزالة الغابات والتصحُّر في جميع أنحاء المناطق المعرَّضة للخطر في أوروبا وخاصة في الشرق الأوسط(223).

في أوروبا، أدَّى توسُّع الإمبراطورية الرومانية إلى استمرار إزالة الغابات استجابة للمطالب العالية للطاقة- وهي نفس المطالب، كما قيل، التي عجَّلَت بالتَّصدُّع الثقافي والاجتماعي والسياسي والاقتصادي؛ ممَّا أدَّى في النهاية إلى انهيار الإمبراطورية. ورغم أن تاريخ مثل هذه التغييرات غير معروف جيدًا في الصين، إلا أن وجود 14 بالمائة فقط متبقِّية من الغابات الأصلية في الصين اليوم يشير إلى ماضٍ مُدمَّر مماثِل. الاستثناءات الرئيسية هي المراكز الحضرية الكثيفة التي تطوَّرَت في الصين حول مرافق الحديد والمعادن بين 910 و 1126 م، والتي استبدَلَت الفحم الحجري بفحم الشجر في وقت مبكِّر عَمَّا حدث في الأجزاء الأخرى من العالم. حدث هذا خلال عهد أسرة سونج، وفي عام 1078م. كان إنتاج الصلب في الصين تقريبًا يوازي إنتاج أوروبا الغربية في القرن الثامن عشر، بعد خمسة قرون. من المؤكَّد أن التكنولوچيا الصينية الأكثر تقدُّمًا قد تزامَنَت مع عمليات أكبر لإزالة الغابات والتصحُّر(224).

كان لقطع الأخشاب أيضًا مجموعة متنوِّعة من الآثار والعواقب الاجتماعية. أدت المخاوف من الإفراط في الحصاد، على سبيل المثال، إلى قيام إدوارد الأول ملك إنجلترا في القرن الثالث عشر بفرض حظر على قطع الأشجار للحصول على الحطب. كان قطع الأشجار يُعتَبر جريمة كبرى، يعاقَب عليها بالإعدام. كانت سلامة الغابات مصدرَ اهتمام أمنيٍّ كبير: فبدونها، تتعرَّض للخطر مواردها التي كانت بالِغةَ الأهمية، خاصَّة لبناء القوارب، والتجارة والدفاع. وبالتالي، أصبحت الغابات مملوكةً للطبقة الأرستقراطية والكنيسة. وسُمِح للفلاحين بجمع الأغصان الساقطة- وربما هذا السماح هو سبب القول السائر لديهم: "بالخطَّاف أو بالكُلَّابة"[1]؛ لأنهم يستطيعون جمع أي غصن ميت، سواء على الشجرة أو على الأرض، طالما لم يؤذوا الأشجار الحيَّة. قد يكون هذا أحد أقدم قوانين المحافظة على البيئة، وقد أعقبه في القرنين السادس عشر والسابع عشر اللوائح الخاصة بحصاد الأعشاب البحرية، والتي كانت تُستَخدَم كبوتاس في صناعة الزجاج. انتشرت إزالة الغابات في جميع أنحاء العالم؛ ممَّا أدى إلى استنزاف الأَرز اللبناني وتحويل جزر المحيط الهادئ المعزولة من الموائل الاستوائية إلى أراضٍ قاحلة خالية من النباتات. وحتى اليوم، لا تزال آثار إزالة الغابات ملحوظةً ومأساوية: في إفريقيا جنوب الصحراء التي أُزيلَت منها الغابات حديثًا، يتعيَّن على النساء اللواتي يبحثن عن خشبٍ للنار الذهاب إلى أماكن أبعد كثيرًا عن حدودهن القَبَليَّة. وقد عرَّضهن ذلك لمخاطر الاغتصاب، وهو شكل من أشكال هيمنة القبائل المجاورة وأصبح مشكلةً ذات أبعاد وبائية(225).

الوَقودُ الأُحفوريُّ الأوّل

بينما ظل الخشب والفحم مُهِمَّيْن عبر التاريخ، أدَّت نُدرَة الأخشاب إلى اكتشاف واستخدام أول وقود أحفوري: السبخ أو الخُثّ peat. وهو وقودٌ كربونيٌّ يتكوَّن من تراكُم جذور الأراضي الرطبة، والريزومات، والبقايا تحت الأرض. في الأراضي الرطبة، حيث تستنفد الميكروبات الأكسجين، تتراكم المنتجات الكيميائية الحمضية الثانوية الناتجة عن تراكُم النباتات المتآكلة. ويؤدِّي استمرار نمو

(1) بالخطاف أو بالكُلَّابة: by hook or by crook.

النبـات إلى الضغـط عـلى السَّـبخ وتركيـزه، فيتداخـل معًـا بواسـطة جـذور النباتـات الميتـة. وبسـبب كثافتـه الكربونيـة العاليـة، يحـترق السَّـبخ بدرجـة حـرارة أعـلى مـن الخشـب. لكـن السبخ يتشـكَّل ببُـطءٍ، بمعـدَّل مليمـتر واحـد تقريبًـا في السـنة، وفقـط في المناخـات الأكـثر بـرودة، حيـث يكـون تَحلُّـل النبـات بطيئًـا بدرجـة كافيـة لتراكُـم بقايـا جِـذر النبـات وتكويـن السَّـبخ. يمكـن أن يصـل سُـمْكُ السَّـبَخ في الأراضي الرطبـة الأوروبيـة إلى سـت عـشرة قدمًـا (5 أمتـار)، بمـا يمثِّـل قرونًـا إلى آلاف السـنين مـن إنتـاج الأراضي الرطبـة لهـذا المـورد (وهـي عمليـة تُعـدُّ أيضًـا المرحلـة الأوَّليَّـة لنـوع مـن تثبيـت الكربـون الـذي يتحـوَّل إلى فحـم)(226).

اسـتُخدم السـبخ أيضًـا تاريخيًّـا كـمادة للبنـاء؛ لسـهولة حصـاده وتقطيعـه إلى كُتَـلٍ مُدمَجـة يسـهل التعامُـل معهـا؛ مـما يجعلـه يوفِّـر عـزلًا حراريًّـا جيـدًا. كان أول اسـتخدام واسـع النطـاق لـه كوقـود في الإمبراطوريـة الرومانيـة بعـد إزالـة الغابـات التـي حـدَّت مـن إمـدادات الوقـود عـلى طـول شـبكة الطـرق الرومانيـة. كان السـبخ يُقطـع إلى كُتَـلٍ ثـم يُكـدَّس دون إحـكام ليجـفَّ في الهـواء؛ مـما ينتـج عنـه وقـودٌ قابـل للاشـتعال وعـالي الكربـون. اسـتُخدم السبخ طويـلًا كوقـودٍ منـزلي يسـهل حصـاده وإنتاجـه قبـل أن يبـدأ الهولنديـون في حصـاد الأراضي الرَّطبـة الواسـعة لبحـر وادن (الجـزء الجنـوبي مـن بحـر الشـمال)؛ مـمَّا أدَّى إلى اسـتخدامه عـلى نطـاقٍ واسـع كوقـود للأغـراض الصناعيـة أيضًـا(227).

مـن خـلال مغامراتهـم في تعديـن السـبخ (الخُـثّ)، أصبـح الهولنديـون روَّادًا في مجـال إدارة الميـاه وهندسـة الغمـر. منـذ العصـور الوسـطى، قامـت هولنـدا "باسـتصلاح" الأرض مـن خـلال بنـاء جـدران بحريـة وأخـدود عـلى الشـواطئ الرسـوبية لاحتجـاز الرواسـب. أدَّى هـذا إلى اسـتصلاح سـبعة آلاف فـدان مـن الأراضي الجديـدة -أمسـتردام نفسـها مبنيَّـة عـلى أرض مسـتَصلَحة- تركـت أثـرًا عـلى مشروعـات مدنيـة مُماثِلَـة لتوسـيع كوبنهاجـن في الدنمـارك وسـانت بطرسـبرج في روسـيا. وبسـبب افتقـار هولنـدا للغابـات الطبيعيـة وخبرتهـا في الفيضانـات، كان اكتشـاف واسـتخدام مـوارد السَّـبَخ حتميًّـا. بحلـول القـرن الرابـع عـشر، أصبحـت هولنـدا قـوَّةً تجاريـة عالميـة، واسـتخدم الهولنديـون تقنيـة طاحونـة الهـواء للإضافـة إلى مواردهـم مـن السَّـبَخ. لكـن أغلـب أراضي هولنـدا عنـد مسـتوى سـطح البحـر، وللاحتفـاظ بالسـيطرة الاقتصاديـة خـلال القـرن السـادس عـشر، أفرطـت في اسـتخراج السَّـبَخ لتصـل مناجِمُـه إلى أكـثر مـن

نصف مليون فدان. ترك هذا في نهاية المطاف ما يقرب من ربع مساحة هولندا تحت مستوى سطح البحر؛ ممَّا يتطلَّب أنظمةَ التَّحكُّم في الفيضانات التي تعمل بطاحونة هوائية، والسدود المُحكَمة لمنع الفيضانات الدائمة وفقدان الأراضي. أدَّى تاريخ هولندا الطويل في استصلاح الأراضي إلى تفاقُم المشكلة، وأدَّى إلى تطوير شبكة مُعقَّدة للغاية من السدود وأنظمة الصَّرف للتحكُّم في الفيضانات(228).

حتى في القرن السابع عشر، حافظت هولندا على هيمنتها على أجزاء من أوروبا بسبب مواردها من السَّبَخ. على سبيل المثال، قامت بتصدير السبخ إلى إنجلترا، التي حظرت استخدام الفحم الصناعي بسبب مخاوف تلوث الهواء. لكن المشاكل مع الفيضانات عكست الأمر، حيث دفعت هولندا إلى إبطاء تعدين السَّبَخ والبدء في استيراد الفحم. تفوَّق الاقتصاد على البيئة مرة أخرى حيث تحوَّلَت كلٌّ من إنجلترا وهولندا إلى استخدام الفحم؛ ممَّا أدَّى إلى صعود لندن كمركز تجاري للعالم، بينما تضاءل نفوذ هولندا. استمرَّ استخدام السَّبَخ في البلدان الأقل تقدُّمًا لعدة قرون: استُخدم للتدفئة في الولايات المتحدة وكندا تحت الحكم الكولونيالي، واستمرت زراعة السبخ الصناعي في الدول الإسكندنافية وروسيا حتى منتصف القرن العشرين، ولا يزال السبخ يُستَخدَم للتدفئة المنزلية في أيسلندا وفنلندا حتى يومنا هذا(229). ولكن بينما حلَّ الفحم إلى حدٍّ كبير مَحلَّ السبخ خلال هذا الوقت، كان صيد الحيتان هو الذي أوجد أول أعمال دولية في النفط، والتي أشعلت الثورة الصناعية الوليدة في أوائل القرن الثامن عشر.

اتِّحادُ الطَّاقَة المُحيطيَّة

يعود تاريخ صيد الحيتان إلى اليونان القديمة، وربما قبل ذلك، كما يتَّضِح من الحِراب البدائية والفن في الشرق الأوسط. ذُكرت الحيتان في العهد القديم، وفهم أرسطو أن الحيتان كانت ثدييَّاتٍ وليست أسماكًا بسبب افتقارها إلى الخياشيم. (شكل 1-10). كانت الاستخدامات الأولى للحيتان كمورد لزيت وقود المصابيح، وعظام الفك والأسنان العاجيَّة لصناعة المجوهرات، والشحم للطعام، وشملت الحيتان التي لفظها البحر أو التي جَنَحَت إلى الشاطئ. ورغم أن هذه الأحداث لا تزال غيرَ مفهومة، فإننا نعلم أنها تتكرَّر على نحوٍ أكبر في أجزاء مُعيَّنة من

العالم، وأن السُّكَّان في تلك الأنحاء، مثل هولندا وكيب كود ونيوزيلندا، كانوا أوَّلَ مَن التفتوا لصيد الحيتان. ومن خلال دراسة السواحل، والتَّعلُّم من الحيتان التي انتهى بها الأمر على شواطئ تلك البلدان، طوَّر البشر صناعة التحويت. قام صيَّادو الباسك بصيد الحيتان حوالي عام 1,000م. في القنال الإنجليزي وساحل الباسك على بحر الشمال، وابتكروا مُمارسةً تقديم زيت الحيتان وذبح الحيتان في البحر، بدلًا من جَرِّها إلى الشاطئ لتجهيزها. هذه الممارسات، والابتكارات في تتبُّع طرق الهجرة، حوَّلَت صيد الحيتان إلى مشروع عالمي ضخم(230).



شكل 10-1: يُظهر هذا النقش الذي أجراه چان سينريدام Jan Saenredam ويعود إلى عام 1602 حوتًا لفَظَه على الشاطئ بالقرب من بيفيرويك، هولندا، على قناة بحر الشمال. كان صيد الحيتان خلال هذه الحقبة محرِّكًا مُهِمًّا لاقتصادات المناطق الساحلية. مع تطوير التقنيات لانتقاء المزيد من الحيتان، أصبح صيد الحيتان مؤسَّسةً عالمية، ساعد زيت الحيتان ومنتجات الحيتان الأخرى في تأجيج الثورة الصناعية. متحف ريچكس أمستردام Rijksmuseum, Amsterdam.

في نفس الوقت تقريبًا، بدأ صيد الحيتان في شمال غرب المحيط الهادئ، وأصبح مركزيًّا لثقافة السُّكَّان المحليِّين من قبائل الهيدا Haida والماكاه Makah. تعرَّف المؤرِّخون، منذ أكثر من ثلاثين عامًا، على الكثير عن تاريخ صيد الحيتان في هذه الثقافات عندما اكتُشف بيتان موسميَّان متآكلان للماكاه من جُرفٍ ساحلي بالقرب من بحيرة أوسيت في الطرف الشمالي الغربي من أرض الولايات المتحدة. قبل أكثر من ألف عام، اجتاح انهيارٌ طينيٌّ المنازِلَ دون سابق إنذار في منتصف الليل، ودفن المباني وسُكَّانَها النائمين حيث كانوا يرقدون(231). وكان على علماء الآثار من جامعة ولاية واشنطن، بقيادة ريتشارد داوتري Richard Daugherty، القيام بتطوير تقنيات جديدة لتحليل وحفظ المواد في الموقع؛ لأنها سوف تتحلَّل وتنهار إلى لا شيء بعد ساعات فقط من غسلها من الطين. استخدموا خراطيم لغسل المواد برفق من الجُرف ونقل المواد إلى حمام إيثيلين جلايكول (أو "مُضاد للتجمُّد") لمنع الأكسدة. عندها فقط تمكَّنوا من دراسة أحد أهم مواقع الآثار الأصلية في الساحل الغربي، مع الجلود والقماش والآثار العضوية الأخرى.

عندما كنت طالبًا في السبعينيات، أصبحتُ مُهتمًّا بموقع أوزيت[1]، حيث التقيتُ وتعلَّمتُ من بعض طُلَّاب الدراسات العليا في علم الآثار الذين كانوا يدرسون نسج السِّلال، والثقافة واللغة المعاصرة للماكاه، وموقع الدفن الطيني. وتمكَّنتُ من المساهمة بفهمي للتاريخ الطبيعي في حلِّ الألغاز الثقافية الخاصة بهم، وكنت مفتونًا بقدرتهم على تجميع القطع الأثرية التي تعود إلى ألف عام لإثارة تاريخ ماكاه. كان الحدث يثير اهتمام هارولد Harold، أقدم ماكاه على قيد الحياة في ذلك الوقت، والذي كان في آخر رحلة تقليدية لصيد الحيتان في ماكاه عندما كان مراهقًا صغيرًا حوالي عام 1900. أخبرنا عن الإعدادات الرُّوحيَّة والجسدية التي استمرَّت أسبوعًا، وعن دوجلاس، زورق التَّنُّوب، الذي يبلغ طوله عشر ياردات، والذي عادوا فيه بعد أسبوعين في البحر بخفي حنين. كانت القيادة للقاء هارولد وزيارة أوزيت في سيارة ڤولكس ڤاجن ذات لون كستنائي وزجاجها الأمامي قِسمَيْن هي أول تجربة لي مع عِلم الآثار، وقد أثَّرَت بشكل مباشر على حياتي واهتماماتي.

(1) موقع أوزيت Ozette site: موقع قرية أوزيت الأثري لسُكَّان أمريكا الأصليين: هو موقع حَفريَّات على شبه جزيرة أوليمبيك بولاية واشنطن، الولايات المتحدة.

رغـم اسـتمرار صيـد الحيتـان، بـل وتوسُّـعه في القرنـين السـابع عـشر والثامـن عـشر عندمـا طـارد الصيـادون الهولنديـون والفرنسـيون الحيتـان إلى جرينلانـد، لم تبـدأ صناعـة صيـد الحيتـان حقًّـا حتـى أوائـل القـرن الثامـن عـشر في نيـو إنجلانـد. كانـت المدن في كيـب كـود ونانتوكيـت ولونـج آيلانـد مواقِـعَ لجنـوح الحيتـان والدلافـين (حتى عـام 2010، عندمـا كنـتُ أعمـل مـع الطـلاب في مسـتنقع مِلحـيٍّ كبـير عـلى شـاطئ كيـب كـود الوطنـي في جزيـرة ليوتنانـت، وجدنـا سـتة دلافـين كبـيرة يبلـغ طولهـا ثمانيـة أقـدام والتـي جنَحَـت مُؤخَّـرًا أثنـاء ارتفـاع المـدِّ الربيعـي). بالنسـبة للسُّـكَّان المسـتعمرين الذيـن كانـوا يكافحـون في نيـو إنجلانـد في القرنـين السـابع عـشر والثامـن عـشر، كانـت الجنـوح نِعمـةً مـن السـماء، خاصَّـة وأن الزراعـة كانـت غـيرَ مُنتِجَـة في تربـة المنطقـة، والتـي كانـت عبـارة عـن مزيـج مـن الرمـال والتربـة المتآكلـة التـي خلَّفهـا انحسـار الأنهـار الجليديـة في العـصر الجليـدي. قدَّمَـت الحيتـان ثـروةً مـن المـوارد المختلفـة والثمينـة. كان جنوحهـا شـائعًا جـدًّا لدرجـة أنـه تـمَّ بنـاء الأبـراج لاكتشـافها ووضعـت قوانـين في القـرن السـابع عـشر لتحديـد مَـن يملـك الحـوت بنـاء عـلى مـكان جنوحـه. في نهايـة المطـاف، لم ينتظـر المسـتعمرون وصـولَ الحيتـان إلى الشـاطئ: فقـد أصبحـوا يُحـدِّدون مكانهـا في البحـر ويوجِّهونهـا إلى المواقـع المرغوبـة (لضـمان الملكيـة) وأعقـب ذلـك اسـتخدام حربـة الحيتـان في الميـاه الضَّحلـة وسـحبها إلى الأرض. لم يَمـضِ وقـت طويـل قبـل أن يقـوم صائـدو الحيتـان في كيـب كـود بتأمـين قـوارب أكـبر لتجـوب الجُـرفَ القـارِّيَّ بحثًـا عـن الحيتـان الصحيحـة (سُـمِّيَت بهـذا الاسـم تلفيقًـا، لأنهـا الحيتـان "الصحيحـة" التـي يجـب صيدهـا، لضخامـة مخـازن الدهـون في أجسـامها، والتـي كانـت تُبقيهـا طافيـةً بعـد صيدهـا). بعـد عـدَّة قـرون مـن الصيـد الجائـر للحيتـان، انخفـض عـددُ الحيتـان بشـكل حـادٍّ: في عـام 2000، قُـدِّر عـدد الحيتـان الصحيحـة في شـمال المحيـط الأطلنطـي يبلـغ ثلاثمائـة فـرد فقـط، وهـو عـدد منخفـض بمـا يكفـي لاعتبـار السـكان منقرضـين بيئيًّـا(232).

عـلى الرغـم مـن هـذه التراجُعـات، بحلـول أوائـل القـرن التاسـع عـشر، تنامـت صناعـة صيـد الحيتـان في نيـو إنجلانـد لتصبـح أكـبر صناعـة في أمريـكا، حيـث توظِّـف أكـثر مـن عـشرة آلاف رجـل. كانـت هـذه الصناعـة أيضًـا أوَّلَ كارتـل نفطـي في العـالم، حيـث اسـتقرَّ مَقرُّهـا الرئيـسي في تونتـون، ماساتشوسـتس، بـين نيـو بدفـورد، حيـث يقـوم الصيـادون بصيـد الحيتـان؛ وبوسـطن، حيـث يقـوم التجـار بتسـويق النفـط؛

وبروفيدنس، حيث يقوم تجار الروم والتوابل والعبيد بتمويل صناعة صيد الحيتان في كيب كود. كانت هذه الصناعة في ذروتها تنتج 6- 10 ملايين جالون من زيت حوت العنبر سنويًا، و4-5 ملايين جالون من العنبرية أو سبيرماسيتي spermaceti، وهو زيتٌ شَمعيٌّ موجود في رأس حيتان العنبر، وكان يُستَخدَم لصُنع الشموع الفاخرة التي تحترق بدون دخان أو رائحة. كانت حيتان العنبر جوهرةَ تاج صناعة صيد الحيتان. وكانت هذه الحيتان هي الأكثر خطورة في الصيد، فقد كانت عدوانيَّةً، كبيرة الأسنان، ويبلغ متوسِّط طول الذَّكَر البالغ خمسين قدمًا (15 مترًا). وهي تعيش في المياه العميقة قبالة الجُرف القاري لصيد الحَبَّار، الذي يغطس بشكل روتيني ما يقرب من ثُلُثَي ميل (1000 متر) ويبقى تحت الماء لمدة تبلغ ساعتين. يساعد عضو العنبرية الخاص بها، والمشهور جدًّا بزيته، على تنظيم الطفو وتضخيم ضوضاء الاتصال لديها. تحتوي حيتان العنبر أيضًا على مادة العنبر الخام، وهو من نفايات الجهاز الهضمي وقد استُخدِم في صناعة العطور. على الرغم من استنفاد أعداد حيتان العنبر بشكلٍ كبير في القرن التاسع عشر، إلا أن مخاطر صيد هذه الحيتان أنقذتها على الأرجح من الاقتراب من الحَدِّ الخَطِر للانقراض الذي حدث مع الحوت الصحيح. بعد مرور عقد من الزمان على حظر صيد حيتان العنبر، قُدِّر عدد حيتان العنبر بحوالي 352.000، وهذه نسبة 32 بالمائة من تقديرات ما قبل صيد الحيتان البالغة 1.1 مليون. حتى بعد استنفادها، تشير التقديرات إلى أن العدد الحالي من حيتان العنبر يستهلك كُتلَةً حَيويَّةً تعادل تلك الموجودة في جميع مصايد الأسماك البشرية مُجتَمِعة(233).

لتعقُّب هذه الحيتان في مياه المحيط العميقة، تمَّ تجهيز السفن الكبيرة بقوارب صيد أصغر حجمًا قادرة على مطاردتها وقتلها. تعقَّبَت هذه السُّفنُ حيتانَ العنبر وغيرها من الحيتان الكبيرة على طول طُرُق هجرتها إلى أمريكا الجنوبية وإلى المناطق الغنية بالحيتان على سواحل المحيط الأطلسي والمحيط الهادئ بأمريكا الجنوبية. ومن أمريكا الجنوبية، تتبَّع صيَّادو الحيتان فرائِسَهم على ساحل المحيط الهادئ وإلى جزر هاواي خلال رحلات كانت تستمر عدَّة أشهر إلى سنوات. وانتشرت مُنشآت صيد الحيتان على السواحل: في عام 2003، صادَفتُ مُنشأةَ صَيدِ حيتانٍ مهجورة منذ فترة طويلة أثناء عملي في جُزءٍ منعزل من الساحل التشيلي المركزي. كان حجم العملية مُذهِلًا، فهناك ثلاثة أرصفة منحدرة

كبيرة وطويلة لسحب الحيتان الضخمة على اليابسة للمعالجة. واصطفَّت القضبان الفولاذية للسكك الحديدية على الأرصفة، وكانت عربات المحرِّكات البخارية التي تعمل بالفحم في مكانها لسحب أجزاء الحيتان والحيتان على طول المنشأة، والتي تضمَّنَت أيضًا خِزاناتٍ ضَخمةً بحجم منازل صغيرة للغلي أو تحويل شحم الحوت إلى النفط، ومناطق كبيرة قادرة على تجفيف العظام وعظام الفَكِّ والأسنان تحت الشمس. لم يكن يبقى من الحيتان ما يستدعي التخلُّص منه.

غيَّرَت صناعة صيد الحيتان بشكل أساسي الحياة في المدن الأمريكية على الساحل الشرقي من خلال إضاءة الليل: قبل القرن الثامن عشر، كانت شوارع المدينة أماكِنَ مُظلِمَةً وخَطِرَة، ولكن بحلول أواسط القرن التاسع عشر، كانت جميع المدن الرئيسية من بوسطن إلى أتلانتا مُضاءَة بمصابيح الشوارع التي تستخدم زيت الحوت؛ ممَّا جلب الأمان وغيَّر الطريقة التي ينظر بها الناس إلى الليل ويتعاملون معه. أضاء زيت الحوت الساحِلَ الشرقي للقارة لعقود، حتى تعلَّمَت الصناعة الكيميائية الوليدة كيفية صنع الوقود من الفحم. عالَجَت الصناعةُ أيضًا عظام فَكِّ الحوت كسلعة فاخرة لصنع كورسيهات العصر الڤيكتوري والتنانير الداخلية الواسعة ذات الطوق؛ ممَّا جعل الحوت مسؤولًا بشكل مباشر عن المظهر الرسمي للمرأة الڤيكتورية.

كانت الصناعة تضيء الحضارة، وتؤثِّر على الموضة، وتخلق مصادر جديدة للثروة، إلا أنها كانت أيضًا تطارد هذه الثدييات الكبيرة بصيد جائر. وصلت تَجمُّعات الحيتان إلى الانقراض البيئي في أمريكا الشمالية وأوروبا في حين تسارَعَت الثَّورةُ الصناعية. كان محور هذه الفترة الجديدة في الحضارة البشرية الانتقالَ الكامل إلى مورد جديد للطاقة: الفحم. كانت الحضارة والعالم على وشك التعرُّض لصدمة كبرى.

حَفرٌ أعمَق: الفَحم

حتى سبعمائة مليون سنة مضت، كانت كل أشكال الحياة المجهريَّة على الأرض تعيش في البحر، بينما كانت الأرض قاسيةً وقاحِلةً. كانت الفطريات قد استعمرت الأرض منذ ألف مليون سنة، لكن لم تظهر النباتات في المشهد حتى سبعمائة

مليون سنة مضت. تمَّ تسهيل هذا الاستعمار الأولي للأرض من جانب النباتات عن طريق شراكة تكافُليَّة بين هذه النباتات حقيقيَّة النواة (أسلاف النباتات) والفطريات. حتى يومنا هذا، لا يزال التكافُل بين النباتات والفطريات ضروريًّا للنباتات للغزو والاستمرار في ظلِّ ظروف بيئية قاسية(234). تتلقَّى الفطريات منتجات الكربون من عملية التمثيل الضوئي من النباتات، بينما تعزز الجِذريَّات الفطرية من قُدرَة النباتات على الوصول إلى العناصر الغذائية(235). هذه الشراكة المتبادَلَة القديمة زادت من توافُر الأكسجين في الغلاف الجوي، وخفَّفَت من الظروف المادية القاسية على الأرض، وأحدثت استعمار النباتات والحيوانات للأرض، وكل ذلك مهَّد الطريق لانفجار التنوُّع البيولوجي في حِقَب الحياة القديمة. ومِثل التكافُل بين الميكروبات الذي أدى إلى ظهور الخلايا حقيقية النواة لتغيير الحياة على الأرض، أشعل التكافُل القديم بين النباتات الأولية والفطريات عمليَّةً تَكافُليَّةً أدَّت إلى هيمنة النباتات والحيوانات الأرضية؛ ممَّا أدى إلى إعادة التوازن المتماثِل على الكوكب من الغذاء والحرارة والغلاف الجوي، ومرة أخرى تغيير الحياة على الأرض بشكل جذري.

بحلول العصر الكربوني قبل 360 مليون سنة، كانت النباتات قد استعمرت الأرضَ وشَكَّلَت غاباتٍ قارِّيَّةً هائلة من الأراضي الرَّطبة مُماثِلَة لغابات المانجروف التي تغطي الساحل الشرقي لإندونيسيا اليوم. أصبحت هذه الغابات البدائية تحت سيطرة الهيشوميات lepidodendrales، وهي أشجار ضخمة انقرَضَت منذ فترة طويلة، وكذلك السَّراخِس الكبيرة وأسلاف نباتات ذيل الحصان. وحيث كانت أول نباتات على الأرض، فلم تواجه مُنافَسةً تقريبًا بين الأنواع أو ضغوط استهلاكية؛ لذلك نَمَت إلى أحجام هائلة. كانت الأرض التي استولت عليها هذه النباتات منخفضة وخاضعة لتقلُّبات المناخ ومستويات سطح البحر التي يمكن أن تغرق هذه الغابات، وترسب عليها رواسب البحر قبل الانحسار ليتيح نُموَّ غابَةٍ جديدة. مع حدوث هذه العملية مرارًا وتكرارًا، خُلِقَت طبقات من رواسب النباتات المتحجِّرة تحتوي على أكثر من مليون سنة من الطاقة الشمسية المُخزَّنة، فقد كانت التربة مُشبَّعة بالمياه بدرجة لا تسمح بالتحلُّل. ثم أدَّت حركة الصفائح التكتونيَّة فوق قلب الأرض إلى ضغط هذه النباتات المتحجِّرة وسحقها؛ ممَّا أدى إلى تكوين درجات مختلفة من الفحم وقطران الفحم والغازات.

ورغم أن السَّبَخ كان أوَّل وقود أحفوري يستخرجه البشر، إلا أنه نسخة أصغر من المادة التي ستصبح الفحم، والتي تستغرق وقتًا أطول لتكوينها. كان الفحم أيضًا هو المرحلة التالية في نمط استخدام الوقود البشري: استخدم البشر الحطب للوقود في البداية، حتى استنفدوه في مناطقهم المحلية. ثم بدؤوا بعد ذلك في استغلال أشكال مختلفة من الكربون الأحفوري المثبت عن طريق التمثيل الضوئي، مثل السَّبَخ، الذي وجدوه في الأرض أسفلهم مباشرة. كانت الخطوة التالية هي الحَفْر إلى عُمق أكبر تحت الأرض لاستخدام الفحم، المادَّة الأقدم كثيرًا. عند نفاد الطاقة، يبدو أننا ننظر تحتنا لإعادة تخزين إمداداتنا. ولكن نظرًا لوجود البدائل النظيفة -المياه والرياح والطاقة الشمسية- حولنا وفوقنا، فقد يكون لدينا سبب وجيه لنقد هذا النَّمَط.

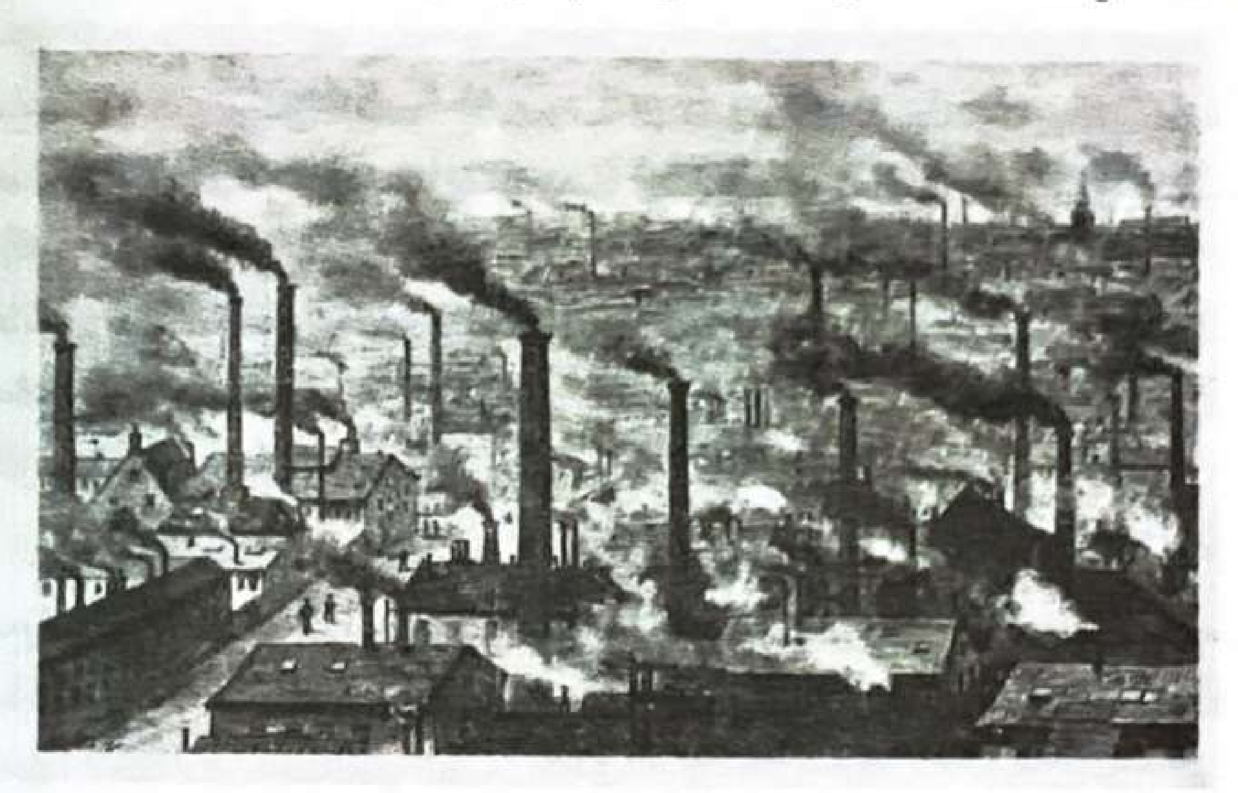
كان استخدام الفحم في البداية ضئيلًا للغاية وعند توفُّره فقط؛ لم ينتشر استخدامه على نطاق واسع حتى أصدر الملك هنري الثالث ميثاق منجم الفحم الأول في إنجلترا(236). كان الفحم النباتي يُعرف في ذلك الوقت باسم الفحم، ولهذا أُطلق على الفحم اسم "الفحم البحري"؛ نظرًا لأهميته على السواحل الآخِذَة في التآكُل. في الولايات المتحدة، بدأ تعدين الفحم في منتصف القرن الثامن عشر في ولاية بنسلڤانيا، حيث اكتُشِفَت رواسب كبيرة من الفحم تحتوي على فحم أنثراسايت، أو فحم صلب. هذا النوع من الفحم هو الأكثر قيمةً وأنقى، وقد أدَّى إلى أول نظام نقل في أمريكا: شبكة من القنوات الضَّحلة التي تنقل الفحم إلى الأسواق الصناعية. أصبحت ولاية بنسلڤانيا مركزًا للثورة الصناعية التي تعمل بالفحم في أمريكا، وسرعان ما تمَّ استبدال نظام القنوات البطيء بأول نظام للسكك الحديدية في الولايات المتحدة. بحلول أوائل القرن التاسع عشر، كان الفحم يضيء شوارع المدينة، وبحلول أواخر القرن التاسع عشر، حلَّ مَحلَّ الخشب كمصدرٍ رئيسي للطاقة في العالم.

لتعدين الفحم واستخدامه تاريخ طويل ومثير للجدل: لا تتمثَّل خطورة تعدين الفحم فقط في انهيار المناجم والانفجارات والحرائق، ولكن أيضًا بسبب التَّعرُّض للغازات القابلة للاحتراق أو السَّامَّة مثل ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون والميثان(237). استخدم عُمَّالُ المناجم الأوائل الكلاب للتَّحقُّق من جودة الهواء في المناجم، عن طريق إنزالها في أعمدة المناجم على الحبال لمعرفة ما

إذا كانت ستبقى على قيد الحياة. وسرعان ما تمَّ استبدالها بطيور الكناري، التي تتمتَّع بمُعدَّلات أَيضيَّة أسرع وتسقط من أعشاشها إذا كان الهواء سيئًا. كان فيضان المنجم أيضًا تهديدًا، حيث يمكن أن يحدث اختراق الأنهار الجوفية أو مناسيب المياه بطريق الخطأ. أدَّت الفيضانات إلى تطوير مصارِف تعمل بمضخَّاتٍ مَكبسيَّة لنزح المياه من المناجم، وهو ابتكار من شأنه أن يؤدي في النهاية إلى مُحرك الكبَّاس الثوري، والذي سوف يحلُّ مَحلَّ المضخَّات والعربات التي تعمل بالحصان. أدَّت مخاطر وكوارث تعدين الفحم إلى التقليل من حياة عُمَّال المناجم وإبعاد الطبقة العاملة عن بارونات الفحم والفولاذ الأثرياء الذين كانوا يرون أن عمال المناجم يمكن التخلُّص منهم.

الفحم وقودٌ قَذِر. حُظِرَ استخدام الفحم في لندن في وقت مُبكِّر، في القرن الرابع عشر، بسبب إدراك ما له من مخاطِرَ صِحِّيَّة(238). لكن حظر الفحم لم يستمرَّ طَويلًا، فقد كان الفحم رخيصَ الثمن، ويشتعل بدرجة حرارة عالية يحتاجها الحدَّادون وصانعو الطوب الآجُرِّ. ولأن إزالة الغابات جعَلَت من الصعب الحصول على الخشب بكميات كبيرة، سرعان ما أصبحت الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة تعتمد على الفحم. وسرعان ما أصبح سكان المدن يعانون من الضباب الدُّخاني، وزيادة المخاطر الصِّحِّيَّة، والبقايا السوداء على المباني؛ ممَّا دفع الأثرياء إلى شراء منازل ريفية كوسيلة لتجنُّب الهواء المُلوَّث. حتى هذه المخاطر البيئية والصحية الواضحة لم تستطع إيقاف الآلة الاقتصادية التي كانت تتمثَّل في استخدام الفحم، والتي ساعدت في جعل إنجلترا في القرن التاسع عشر في الوقت نفسه أغنى وأقوى دولة في العالم والبلد الذي يضمُّ بعضًا من أقذر المدن (شكل 10-2). تسبَّب سِناج الفحم في لندن ومانشستر يتغذَّى في تدهور الكنائس والمباني الحكومية، وستتَّسِخ الملابس المُعلَّقة في الخارج من السُّخام قبل أن تَجفَّ. ورغم التأثير الكبير للفحم والذي غيَّر الكثير في الحياة والحضارة -فقد أتاح توليدَ الطاقة وتدفئة المنازل؛ ممَّا أدَّى إلى إنشاء أول خط سكة حديد واسع النطاق في العالم، ودفع إنجلترا إلى الريادة عالميًا- فقد كان لعنة بقدر ما هو نعمة بنفس القدر، إن لم يكن أكثر، حيث زاد المسافة بين طبقة العُمَّال وطبقة الأثرياء، وأدَّى إلى تغييرٍ لا مَرجِعَ عنه في التاريخ الطبيعي للحضارة والعالم الطبيعي. لا يمكن أن يكون

الفحم "ذهبًا أسود" مثل البترول السائل، ولكن إذا كنت سيئًا، فقد تتوقَّع أن تجد كُتلَةً من هذه المادة المتواضعة ضمن هدايا عيد الميلاد.



شكل 10-2: تلوُّث الهواء بإنجلترا في أواخر القرن التاسع عشر، بعد الثورة الصناعية. نقش على الخشب يرجع إلى 1880تقريبًا، من عمل روث /Roth. © INTERFOTO Alamy Stock Photo.

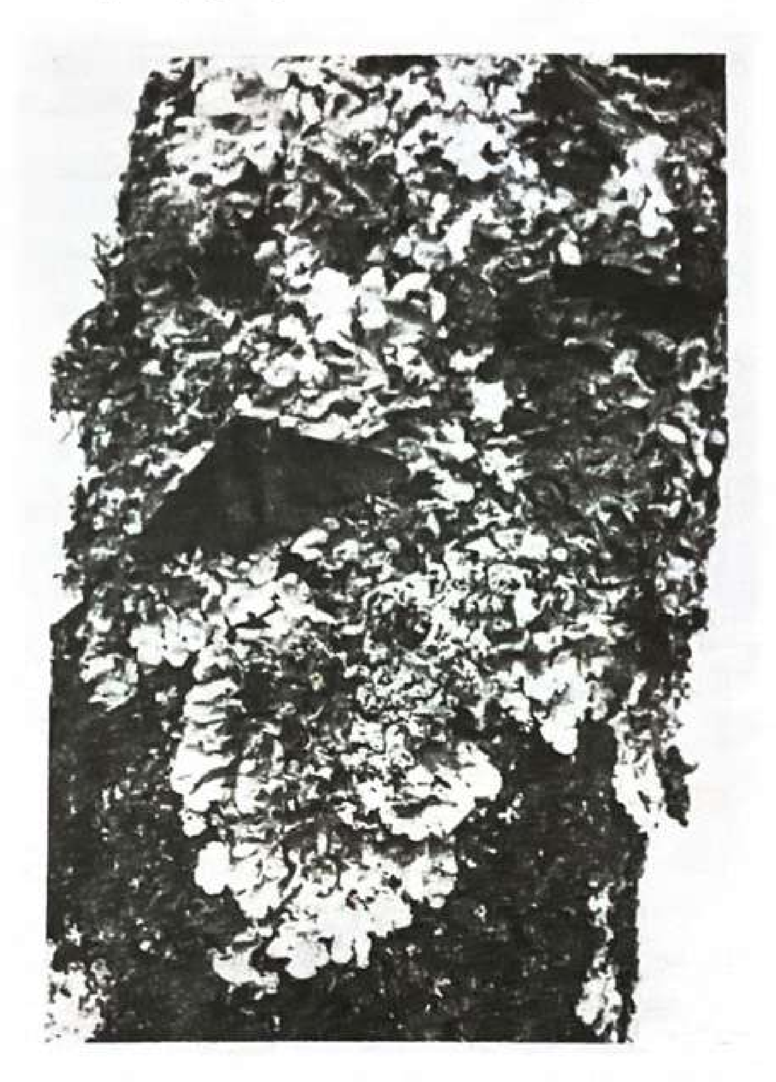
كانت الآثار الصحية للفحم واضحةً أيضًا: تسبَّبَت أمراض الرئة في لندن في ما يقرب من 25 بالمائة من جميع وفيات الأطفال دون سِنِّ الخامسة، ولكن بالنسبة لأطفال عُمَّال المناجم، كان هذا الرقم يقارب 50 بالمائة(239). قام چون جرونت John Graunt، بائع خردوات في لندن، بوضع الحقل الفرعي للإحصاءات العمرانية المتفرِّع من الإحصاء، والذي يختصُّ بالتعداد السكاني، مع تحليل وتصنيف أسباب وفاة سُكَّان لندن مقابل أولئك خارج المدينة الكبيرة المليئة بالفحم. وجد جرونت أن سكان لندن يعيشون حياةً أقصر، وأن وفياتهم في كثير من الأحيان نتيجة مشاكل الرئة والتنفس. اكتشف أيضًا أن الوفاة من الكُساح قد زادت أكثر من خمسة أضعاف خلال حياته- والكساح، كما نعلم الآن، ناتج عن نقص ڤيتامين "د". نظرًا لأننا نحصل على معظم ڤيتامين "د" من أشِعَّة الشمس، يبدو من الواضح أن ضباب لندن المفعم بالسُّناج تسبَّب في مشاكل صِحِّيَّة خطيرة لسكان المدينة.

كان لنفس هـذا السُّخام تأثيرات في العـالم الطبيعـي، وأشـهرها اكتشـفها طالِـبُ أكسـفورد برنـارد كاتلويـل Bernard Kettlewell منـذ أكـثر مـن خمسـين عامًـا. لاحـظ كاتلويـل أن العِثَّـة المُرقَّطـة في الريـف كانـت تتلـوَّن بألـوان سـوداء ورماديـة كتمويـه يسـاعدها عـلى النجـاة مـن الطيـور المفترسـة، وذلـك بتقليـد جـذوع الأشـجار التـي تقـف عليهـا، والمغطَّـاة بطلحـب الأُشْـنَة. لكـن هـذه الأُشْـنَة لم تتحمَّـل الجـوَّ السُّـخاميّ للمـدن؛ وبالتـالي اختفـت عـن أسـطح لحـاء الأشـجار هنـاك. لاحـظ كاتلويـل أن العِثَّـة المرقَّطـة في المـدن الصناعيـة أصبحـت سـوداء بالكامـل تقريبًـا لتختفـي في لحـاء الشـجرة الأسـود الـذي تَعـرَّى مـن غطـاء الأُشْـنَة. وربمـا كانـت هـذه العِثَّـة السـوداء أيضًـا أكـثرَ نجاحًـا في المدينـة مـن أبنـاء عمومتهـا الأكـثر دِقَّـة لأن لونهـا الأسـود أتـاح لهـا امتصـاص الحـرارة بشـكل أفضـل، وهـي سِـمةٌ مُهشـمَّة نظـرًا لعـدم وجـود أشِـعَّة الشـمس الصافيـة (شـكل 10- 3). أطلـق كاتلويـل عـلى هـذه العمليـة الصِّبـاغ الصناعـي، وقـد ظهـرت في النباتـات أيضًـا، حيـث أظهـرت النباتـات القريبـة مـن عمليـات التعديـن أن لديهـا قـدرة أعـلى عـلى تحمُّـل المعـادن القاتلـة(240). اسـتطاع الفحـم كمَـوردٍ تَحويـلَ الحيـاة البيولوجيـة للإنسـان، والتطـوُّر الثقـافي، والتكنولوجيـا، تمامًـا كـما كان كذلـك بالنسـبة للأنـواع النباتيـة والحيوانيـة وصِحَّـة العـالم(241).

النِّفطَ وماذا بَعدَ

في عـام 1859، اكتُشِـف النِّفـط في ولايـة بنسـلڤانيا، عـلى خلفيـة الاسـتغلال المفـرط لمجموعـات الحيتـان، والمخاطـر البيئيـة والصحيـة لإنتـاج الفحـم، واخـتراع مُحـرِّك الاحـتراق الداخـلي. وُلِـدَ الوقـود المفضَّـل الجديـد للقـرن التاسـع عـشر. وبحلـول أعـوام العقـد 1880، كان النفـط يتفـوَّق عـلى اسـتخدام الفحـم في جميـع أنحـاء العـالم، وفي الولايـات المتحـدة، حـدث اندفـاع النفـط والازدهـار الاقتصـادي اللاحـق أوَّلًا في شـمال غـرب بنسـلڤانيا ثـم في كاليفورنيـا (شـكل 10- 4). عـلى مـدى العقـود القليلـة التاليـة، اندلعـت ثـورة البـترول في روسـيا والمكسـيك وتكسـاس والـشرق الأوسـط. كان زيـت البـترول مُسـتَخدَمًا منـذ 2000 ق.م. عـلى الأقـل في الهـلال الخصيـب، حيـث اسـتُخدِم النفـط مـن الينابيـع الطبيعيـة النـادرة كـمادَّةٍ مانِعَـة للتسـرُّب في بنـاء أبـراج بابـل الشـهيرة، ولكـن لم يكـن النفـط حتـى أواخـر القـرن التاسـع عـشر قـد تـمَّ تصنيعـه، فقـد جـاء تصنيعـه واسـتخدامه لتسـريع الحضـارة الإنسـانية مـن خـلال اسـتخدام

المُحـرك. لقـد كان المحـرك هـو مـا جعـل الطاقـة محمولـةً وقويـة، بينـما فتـح الطريـقَ لاخـتراع البلاسـتيك والمنتجـات البتروكيماويـة الأخـرى. لقـد أفسـح العـصرُ القَـذِر للثـورة الصناعيـة الطريـقَ إلى "عـصر إنسـان الهيدروكربـون"، الـذي أدّى في آنٍ واحـد إلى تغيـير الحضارة وحفّز التقنيات الحديثة والمشاكل المصاحبة لها(242).



لوحـة 14. بيسـتون بيتوليـا، واحـدة نموذجيـة وواحـدة كربونيـة تسـتريح عـلى شـجرة مُغطّـاة بالحـزاز (الأشـنة) في بلـد غـير مُلـوّث (Dorset)، (Natural size).

شـكل 10-3: (أعـلاه) قبـل الثـورة الصناعيـة، وخـارج المـدن الكبـيرة، كانـت العِثّـة المُرقّطـة ذات لـون فاتـح بدرجـة كافيـة للتمويـه عـلى جـذوع الأشـجار المغطّـاة بالأشـنة، (الصفحـة المقابلـة) في حالـة التطـور السريـع، تطـوّرَت العِثّـة المرقطـة داكنـة اللـون للاختبـاء مـن الطيـور المفترسـة عـلى لحـاء الشـجرة المغطـى بالسّـناج الـذي كان سـائدًا في مـدن إنجلـترا الكبـيرة خـلال العـصر الصناعـي. تصويـر هـنري برنـارد ديفيـس كيتليويـل Henry Bernard Davis Kettlewell. Courtesy Wolfson College (Archives & Library), University of Oxford.

يتكوَّن البترول والغاز الطبيعي عندما تُدفَن التراكُمات الرسوبية للكائنات البحرية المتحجِّرة القديمة وتتعرَّض للحرارة الشديدة والضغط بفعل الصفائح التكتونية. يستغرق تحويل العوالق الرسوبية إلى نفط عشرات إلى مئات الملايين من السنين، وبمجرَّد تكوينه يكون أخفَّ من الصخور المحيطة به؛ وبالتالي يتدفَّق إلى أحواض وجيوب مكامن النفط والغاز.



لوحة 15. حشرتان من العِثَّة المُرقَّطة، إحداهما نموذجية والأخرى كربونية تستريح على لحاء أسود وخالٍ من الأشنة في منطقة صناعية (منطقة برمنجهام). (الحجم الطبيعي).

اكتُشفت آبار النفط الأولى مُصادَفةً في عام 400 ق.م. في الصين، على شكل غاز طبيعي (انظر الفصل 9). وسوف تستغرق الحضارات البشرية الأخرى ألف عام للتوصُّل إلى هذه التكنولوجيا، التي بدأت في أمريكا الشمالية وأوروبا في منتصف القرن التاسع عشر من خلال الحَفر بالدَّقِّ والبرِّيمة(243). وسرعان ما أصبح الغاز

الطبيعي هو الوقود المختار للاستخدام في المنازل للتسخين والإضاءة، بينما أشعل البترولُ الصناعةَ التحويليّةَ؛ ممَّا أدى إلى استبدال العربات التي تجرُّها الخيول والمُحرّكات البخارية بمُحرّكات الاحتراق الداخلي. وعندما أصبح السَّفَر أسرع وأسهل، أصبح العالم أصغر: أدى استخدام الغاز والنفط إلى تسريع العولمة، وتسهيل الاتصالات، والشحن، ونقل الثقافة. وأدّى تحويل الفحم والنفط إلى كهرباء سهلة النقل والاستعمال إلى تسريع هذه العملية بشكل أكبر.



شكل 10-4: آبار نفط بنسلڤانيا في أواخر القرن التاسع عشر. حقوق طبع ونشر الصورة بواسطة Mather and Bell, Library of Congress, Prints and Photographs Division.

جاء تسارُع الحضارة بتكلفةٍ لا مَفرَّ منها. اليوم، يستخدم البشر في جميع أنحاء العالم 96 مليون برميل من النفط يوميًّا(244). هذه الموارد -الفحم، والغاز الطبيعي، والنفط- محدودةٌ، واستخدامنا لها غير مُستَدام: تشير الحسابات الحالية إلى أن النفط سينفد خلال خمسين عامًا أو نحو ذلك إذا واصلنا استخدامه بهذا

المعدَّل. الإفراط في استخدام الإمدادات المضمَحِلَّة (مشكلة يمكن تخفيفها عن طريق إضافة الطاقة النووية ومصادر الطاقة المتجدِّدة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الهيدروليكية) هو الضَّرَر البيئي الناتج عن استخدامنا المفرِط للوقود. يؤدِّي الاحترار العالمي، الناجم عن زيادة (بسبب الأنشطة البشرية) في انبعاث الغازات الدفيئة التي من شأنها الاحتفاظ بالحرارة في الغلاف الجوي للأرض؛ ممَّا يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة القِمَم الجليدية القطبية بسرعة، مع توقُّع زيادة مستويات سطح البحر بمقدار متر كامل على الأقل في القرن التالي، بما يهدِّد مدن الواجهة البحرية مثل البندقية ونيويورك وأمستردام- ناهيك عن العديد من الوجهات الفاخرة الأقل شُهرَة حيث يعيش ويعمل ملايين البشر في جميع أنحاء العالم. تشمل العواقب الأخرى زيادة تواتُر وشِدَّة العواصف وكذلك حمضية المحيطات؛ مما يهدد قدرات السرطانات والبرنقيل والمحار وبلح البحر على صُنع أصدافها الواقية، بالإضافة إلى أنه من المؤكَّد أن تختفي الشُّعَب المرجانية. قد يتم القضاء على تطوُّر التنوُّع البيولوچي المورفولوچي والبنيوي الذي ظلَّ مستمرًّا ويتطور منذ 550 مليون سنة.

اعتقدنا ذات مرة أن الحل النهائي لمتطلَّبات الطاقة الشَّرِهة لدينا هو إعادة توليد الطاقة البدائية للانفجار العظيم والشمس. بينما تعمل الطاقة النووية اليوم على تزويد الكثير من أنحاء أوروبا بالطاقة، فإننا نواجه الآن مشكلتين كبيرتين بسبب استخدامها. الأولى، مثل حرق الوقود الضوئي، فإن الطاقة النووية ليست طاقةً مُتجدِّدة، ويَنتُج عنها نفايات سامة ومُلوِّثة غير قابلة للتَّحلُّل. تتحلَّل النظائر المُشِعَّة الشائعة في الوقود النووي المستهلك ببطء، "بنصف عمر" (الوقت اللازم للاضمحلال إلى نصف نشاطها الإشعاعي الأصلي) أطول من عمر الإنسان العاقل على هذا الكوكب. اثنان من أكثر نظائر النفايات طويلة العمر شيوعًا لهما فترات نصف عُمريَّة تبلغ 222,000 و15.7 مليون سنة(245). والمشكلة الثانية، التكنولوچيا النووية ليست وقودًا للحضارة فحسب، بل هي أيضًا سلاحٌ يُهدِّد بأكبر قدر من التدمير المرعب. كسلاح، تعمل الطاقة النووية على زعزعة السلام العالمي؛ مما يُهدِّد ويقسم الحضارات التي تنساق لتحقيق هيمنة الچينات الأنانية. ولكن حتى كوقود، فإن القدرة التدميرية للطاقة النووية واضحة: فقد أظهرت حوادث محطَّة الطاقة النووية في تشيرنوبيل واليابان كيف يمكن للكوارث

الطبيعية غير المُتوقَّعة أو الاستخدام غير المبالي من قِبَل البشر المعرَّضين للخطأ أن يُطلِق مَخاطِرَ الطاقة النووية.

استغلال مصادر الطاقة المتجدِّدة من الشمس والرياح والأمواج وحرارة نواة/ قلب الأرض -كما يفعل الناس بفعالية في أيسلندا، حيث تلتقي الصفائح التكتونية لأمريكا الشمالية وأوروبا؛ ممَّا يجعل الطاقة الحرارية الأرضية قريبةً من السطح- هذا هو الحل الحقيقي الوحيد للطاقة. ومع ذلك، فمن غير الواضح إن كُنَّا قد وصلنا إلى هذا الإدراك القائم على التجربة في الوقت المناسب لإنقاذ الحضارة. إن إبطاء الآثار السَّامَّة لحرق الهيدروكربونات عن طريق استبدالها بمصادر طاقة مُتجدِّدة يشبه إيقاف سفينة ضخمة من سُفُن المحيط تتحرَّك بأقصى سرعة: هناك حقيقة مختلفة تمامًا لإبطائها وإيقافها تمامًا. ستزداد تأثيرات الغلاف الجوي على المناخ في الواقع لعقود بعد إطفاء حرائق الهيدروكربون، بسبب ارتفاع درجة حرارة المحيطات والتأثيرات الأخرى التي لا يمكننا عكسها بسرعة. وبالمثل، فهناك عملية أخرى سوف تمنع انتهاء تأثيرات الهيدروكربون بسرعة، وهذه من الصعب إيقافها حتى لو كان إطفاء هذه الحرائق ممكنًا بشكل آلي: إنه التأثير المالي والسياسي للصناعات البترولية، التي كانت دائمًا هي المنتصرة في الصراعات العالمية منذ أوائل القرن العشرين. وعلى سبيل المثال، تُدعِّم الولايات المتحدة صناعةَ البترول لأسبابٍ تَتعلَّق بالأمن القومي، بينما بالكاد تُحفِّز تطوير إنتاج الطاقة المتجدِّدة- بزعم النفوذ السياسي لضغط اللوبي النفطي. لقد ناقشنا الحروب التي دارت حول الملح عندما كان ضروريًّا لحفظ الطعام. اتَّبَعت حضاراتنا في القرن العشرين نفس المسارات، حيث تَقاتَلنا من أجل السيطرة على النفط، ووُضِعَت حدود البلدان لا لتعكس الانقسامات الثقافية الطبيعية، بل كوسيلة لتأمين موارد البترول. فقط الإرادة السياسية التعاونية يمكن أن تستجيب للدافع الجيني الأناني لجماعات الضغط البترولية والضغط الاقتصادي لمواصلة استغلال النفط والفحم في جميع أنحاء العالم. ويمكننا، بناء على قدراتنا العلمية المتقدِّمة، التنبُّؤ بنقاط الإعاقة التطوُّريَّة أمامنا- ولكن هل يمكننا التصرُّف وفقًا لذلك(246)؟

إن احتياجاتنا للطاقة حقيقية وضرورية وموجودة في كل مكان، ولكن الحلول التي كُنَّا نلجأ إليها دائمًا للوفاء بهذه الاحتياجات تركت آثارًا جانبية عالمية متتالية لم نبدأ في فهمها بالكامل إلا في العقود القليلة الماضية. بسبب استخدامنا

للطاقـة، يعتقـد الأكاديميـون أننـا قـد غَيَّرنـا چيولوچيـا العـالم إلى درجـة أننـا أصبحنـا نبـشِّر بعـصرٍ چيولوچـي جديـد، عـصر الأنثروبوسـين (العـصر البـشري الحديـث). في عـصر الأنثروبوسـين، أصبحـت الأنـواع البشريـة وأنشـطتها محوريَّـةً في مسـألة بقـاء العديـد مـن الأنـواع الأخـرى المرتبطـة بنـا، أمَّـا مـدى اسـتجابة هـذه العلاقـات لاسـتغلالنا للعـالم الطبيعـي، فهـي منطقـة مجهولـة(247).

في التاريـخ القصـير الـذي يبلـغ عـشرة آلاف عـام مـن الحضـارة الإنسـانية عـلى كوكبنـا البالـغ مـن العمـر أربعـة مليـارات عـام، بدأنـا في خنـق أنظمَـةِ دَعـمِ الحيـاة عـلى الأرض، وإيقـاف ردود الفعـل الإيجابيـة التـي خَلَقَتهـا. نحـن غـير مُتأكِّديـن مـن مـدى مرونـة هـذه الأنظمـة، ومـا هـي عواقـب أفعالنـا، وإن كان الأوان قـد فـات للتحـوُّل إلى مـوارد الطاقـة النوويـة والمتجـدِّدة لإنقـاذ أنظمتنـا البيئيـة ذات التطـوُّر المشـترك والاعتـماد المتبـادَل. قـد يكـون التاريـخ الطبيعـي لحضارتنـا في فصولـه الأخـيرة إذا لم نتمكَّـن مـن مقاومـة دوافعنـا للنمـو والتوسُّـع والتحـوُّل بـدلًا مـن ذلـك إلى اتخـاذ قـرارات جماعيـة وتعاوُنيَّـة مُركَّـزة.

الفصل الحادي عشر

طَبيعةٌ غيرُ طَبيعيّة

دعونا نتخيَّل منطقة رعي مشتركة بين المزارعين من مُربِّي الماشية. إذا أهمل المزارعون أن يقرِّروا معًا عدد الأبقار التي يمكنهم إطعامها هناك، فسوف يفكِّر كل مُزارع قريبًا أن إضافة بقرة ستزيد أرباحه الفردية. ستذهب الأبقار الإضافية إلى المرعى، الذي لا يمكنه تحمُّل الأعداد الإضافية من الماشية، ولن تمر فترة طويلة قبل أن يتسبَّب الرعي المفرط في جعل المنطقة غير صالحة للاستعمال. لقد اتَّخذ المزارعون قراراتٍ معقولة اقتصاديًّا، ومع ذلك، فقد اتُّخِذَت هذه القرارات بشكل مُستَقلٍّ وبدون اعتبار للسياق -دون فهم احتياجات البيئة المشتركة- ولذلك يواجهون جميعًا الآن خسارة اقتصادية.

هذه هي "تراچيديا الكومونات" tragedy of the commons (مأساة الأراضي المَشاع) التي أوضحها لأوَّل مرَّة عالِمُ الاقتصاد الإنجليزي ويليام فورستر لويد William Forster Lloyd وحَظِيَت بشعبية بواسطة ورقة جاريت هاردين Garrett Hardin عام 1968 التي تحمل نفس العبارة عنوانًا لها(248). إنها فكرة أصيلة، وقد وجدت تطبيقًا لها في عدد من الخطابات، من بينها علم البيئة وبيولوچيا

صيانـة المـوارد الطبيعيـة، حيـث يوضِّـح كيـف أن الاسـتغلال الفـردي لمَـوردٍ مُشـترَك يخلـق مشـكلة اجتماعيـة. في السـنوات التـي تلـت ظهـور هـذه الفكـرة لأول مـرة، نَمَـت "الكومونـات" مـن معناهـا الأصلي كمـوارد محليـة ومملوكـة للجماعة للاسـتخدام المشـترك، إلى تجمُّعـات لمـوارد إقليميـة، والآن حتـى عالميـة. ترمـز الكومونـات اليـوم إلى الموائـل والمـوارد التـي تطـوَّر البـشرُ فيهـا وحولهـا وبجوارهـا، وبالتـالي فـإن المأسـاة هـي التدمـير العـام لهـذه الموائـل مـن خـلال الأنشـطة البشريـة المتراكمـة. (مـن الناحيـة الاقتصاديـة، يمثـل هـذا التدمـير "التكاليـف الخفيـة" للأعـمال البشريـة التـي تسـتخدم البيئـة). والحلـول الوحيـدة القابلـة للتطبيـق لمأسـاة الكومونـات هـي القواعـد التعاونيـة والأخـلاق والقوانـين التـي تحكـم الحضـارة وتلغـي السـلوكيات الأنانيـة المتمركـزة حـول الـذات. حَـدَّت بعـضُ القوانـين الحكوميـة الأولى للحضـارة مـن حصاد كلٍّ مـن الأعشـاب البحريـة السـاحلية، والتـي كانـت مطلوبـةً لصنـع البوتـاس لتصنيـع الزجـاج، والأشـجار، والتـي كانـت ضروريَّـةً لبنـاء الدفاعـات. كان التنظيـمان كلاهـما يحميـان قاعـدة المـوارد مـن أجـل الصالـح العـام. هـل يمكـن لحلـول تعاونيـة مماثِلـة -قـرارات مجتمعيـة عـن إرادة وتصميـم، تهـدف إلى كبـح دافعنـا السـاحق غالبًـا للنمـو والتوسـع- أن نتغلَّـب عـلى المشـكلات البيئيـة العالميـة التـي أوجدتهـا دوافـع الجينـات الأنانيـة المحليـة والإقليميـة؟

تُمثِّـل مأسـاة المشـاعات اليـوم مشـكلةً وبائيَّـةً عالميـة. لقـد أدَّى الاكتظـاظ السـكاني والاسـتغلال المفـرط إلى تحويـل الأرض بأكملهـا إلى أرض تغذيـة محـدودة نتشـاركها جميعًـا. لقـد رأينـا بالفعـل لمـاذا مَناطـق مثـل الهـلال الخصيـب، المثقـل بالمـوارد، الـذي يتغـذَّى عـلى النهـر، حديقـة عـدن الأسـطورية التـي ولـدَت الابتـكار والحضـارة البشرية، أصبحـت الآن صحـراء مُسـتهلَكَة ومنطقـة حـرب دائمـة. هـذه المنطقـة هـي صـورة مُصغَّـرة لقضايانـا المعـاصرة: لقـد أحدثـت حضـارة بـلاد مـا بـين النهريـن القديمـة ثـورةً في الإنتـاج النبـاتي والزراعـة مـن خـلال خـبرات مُكتَسـبَة عـن طريـق التجربـة والخطـأ، لكـن مواطنيهـا لم يتعلَّمـوا أهميـة إدارة المـوارد المسـتدامة حتـى أصبـح ذلـك متأخِّـرًا جـدًّا. تـمَّ تجريـف الغابـات المتناثـرة للحصـول عـلى الوقـود ومـواد البنـاء، واسـتهلكت الأراضي في الزراعـة إلى درجـة نضـوب المغذيـات، وأدَّى تراكـم الملـح والتعريـة لتحويـل مهـد الحضـارة إلى أرض قاحلـة منهكـة. تكشـف صـور الأقـمار الصناعيـة بالأشِـعَّة تحـت

الحمراء لهذه المناطق اليوم عن طُرُق قديمة، أشباح الطرق التجارية الأولى التي ربطت بين المدن التي ولدت فيها الحضارة(249).

إن مأساة الكومونات هي النقطة الدقيقة التي يتصادم فيها التاريخ الطبيعي والتطوُّر البشري والثقافة- في السَّرَّاء والضَّرَّاء. فالآليات التي أدَّت إلى تطوُّر البشرية وبقائها ووصولها لذروة الحضارة قد تكون هي نفسها التي تدفعنا إلى الانهيار: التكافؤ التكافلي الذي يعتبر أمرًا حيويًّا لحياة الإنسان على وشك الانهيار طالما يدفعنا التطوُّر الطائش الذي لا ينظر إلى المستقبل للاستمرار إلى الأمام، بينما تظهر مجموعة جديدة من التأثيرات التفاعلية وردود الفعل. هذه المجموعة المتنوِّعة من التهديدات البشرية تجعل من الصعب على العلماء التنبُّؤ أو حتى فهم كيفية استمرار الأنشطة البشرية في التأثير على الموارد العالمية والسكان(250). هل يمكن للبشر إنقاذ أنفسهم، على الرغم من تاريخ الحضارات الفاشلة واستغلال الموارد المفرِط؟ أم أننا نتبع طريقًا مألوفًا يصعب الابتعاد عنه، مسارًا سيؤدِّي إلى زوال الحضارة وانقراضنا في نهاية المطاف؟ هل ستتغلَّب العواقب الجانبية لطبيعتنا المتمحورة حول الذات والتنافسية والمهيمنة على عمليات التعاون التي ولَّدَت الحضارة؟ أم أننا سنختار ونطبق عمليات تعاون بشرية في حكوماتنا وحياتنا اليومية، والتي غالبًا ما حلَّت في تاريخنا الطبيعي مشاكل الحياة والموت التي نواجهها الآن على نطاقٍ عالمي؟ هل يمكن أن يؤدي التعاون إلى انتصار الكومونات؟

تاريخ الانهيار

عِلمُ الإيكولوجيا التاريخية ليس فقط أحدَ أقوى الأدوات التي ظهرت مؤخَّرًا في مجال البيئة، بل هو أيضًا أحد أفضل مقارباتنا للإجابة على هذه الأسئلة ذات الصِّلَة حول مستقبل كوكبنا وحضارتنا. تمزجُ الإيكولوجيا التاريخية بين الدراسات البيئية والأساليب التاريخية من أجل فهم وتوصيف التغييرات السابقة في النظام البيئي. كانت سِجِلَّات حبوب اللقاح وحساب تاريخ الحَفريَّات عن طريق مناظرتها طُرُقًا جيولوجية أوَّليَّة لإعادة بناء الماضي، ولكن علماء البيئة اليوم يستخدمون معلوماتٍ تتراوح من سِجِلَّات السُّفُن، وسِجِلَّات صيد الأسماك، والخرائط، والسِّجلَّات الحكومية إلى الصُّحف، والأنظمة الغذائية الأرستقراطية،

وقوائم الحانات لجمع المعلومات حول النظم البيئية السابقة والتغيرات في نظام البيئة. على سبيل المثال، أثبت عُلَماء البيئة أن بداية الصيد الصناعي في المحيطات تزامَنَت مع انهيار المفترِسات الكبيرة في أعالي البحار والأسماك الأرضية من خلال تجميع بيانات المصايد للمصادر حول العالم. في الفِناء الخلفي الخاص بي في نيو إنجلاند أيضًا، تمَّ توثيق اندثار المستنقعات الملحية من الصيد الجائر الترفيهي بمجموعة من التجارب الميدانية وسِجِلّ عُمرُه سبعون عامًا للصُّوَر الجوِّيَّة. في حين أن عمليات إعادة البناء هذه ضروريَّةٌ لفهم الماضي، فإنها يمكن أن توضِّح لنا أيضًا أدِلَّة وهياكل ومسارات تغيير الحضارة بالنسبة لتاريخها الطبيعي وبيئاتها. ماذا يمكن أن تُعلِّمنا إيَّاه الأمثلة الكثيرة على انهيار الحضارة الإنسانية عن الحاضر وعن المستقبل؟ هل يمكن للماضي أن يتنبَّأ بمستقبلنا؟(251).

إن المرور بالحضارات الأولى يفيدنا؛ لأنها لم تكن الأولى في الازدهار فحسب، بل كانت أيضًا الأولى في الاضمحلال والتلاشي. ورغم أن هناك العديد من الأسئلة حول زوالها، يمكننا أن نعرف ما يكفي للوصول إلى بعض الاستدلالات. هيمَنَت الحضارة الأولى لبلاد الرافدين لمدة ثلاثة آلاف عام، وكانت موجودةً عندما بدأ البشر بالزراعة. لكن بلاد ما بين النهرين، على عكس مصر التي كانت موجودة في نفس الوقت والتي عاشت أطول من بلاد ما بين النهرين، لم تكن أبدًا دولةً واحدة، بل كانت عبارة عن مجموعة من الدول المتعاونة أحيانًا، والتي غالبًا ما تكون مُتحارِبَة، وكلها كانت تُجرِّب ممارسة الزراعة والتَّحضُّر والثقافة. المُمارسات. لم يكن سقوط بلاد ما بين النهرين كمنطقة مُتسارعًا بل كان تدهورًا بطيئًا، يُعتقد أنه نتج عن مشاكل أساسية في التنمية والتوسُّع، فَضلًا عن مشاكل القيادة التي يمكن لمثل هذه القضايا التكنولوچية أن تكشف عنها. على وجه التحديد، كانت أنظمة الري مطلوبة لسُكَّان بلاد ما بين النهرين للتوسُّع في الزراعة من المشروعات العائلية الصغيرة إلى المشروعات الأكبر التي تتطلَّب الإشراف والحكام. لكن ري الحقول القاحلة أدى إلى تراكم الأملاح والمعادن؛ ممَّا تَسبَّب في مشاكل خصوبة التربة في أكثر الحقول استخدامًا. عطَّل فشل المحاصيل والاضطرابات المدنية الحُكَّام الذين ادَّعوا الحقوق الإلهية للحُكم، وأدَّت الحروب الأهلية التي أعقبت ذلك إلى انهيار الحضارة حتى انطوت تحت سيطرة الحضارات المجاورة، مثل الحضارة المصرية(252).

كانت الممالك المصرية الفرعونية تعيش قضايا مُماثِلَة لكنها استمرَّت لفترة أطول كحضارة. ارتبطت الزراعة في مصر بخصائص التاريخ الطبيعي المميَّزة لدلتا نهر النيل، التي كانت تغمر الأراضي في الفيضان الموسمي بالمياه الجارية من بحيرة ڤيكتوريا. في حين أن ضعف القيادة بسبب الاضطرابات المدنية ونقص الغذاء قوَّض أيضًا الحضارة المصرية، لم يكن السبب هو الري بقدر ما كان الأنماط المناخية في المنطقة. ربما تسبَّبَت ظروف الجفاف في وقف الفيضانات الواهبة للحياة في دلتا النيل لفترة طويلة بما يكفي للحرب الأهلية وسيطرة حُكَّام غير جديرين بالثقة(253). انتهت حضارة إحدى أكبر الإمبراطوريات التي شهدتها الحضارة الإنسانية على الإطلاق، وسرعان ما أصبحت جزءًا من الإمبراطورية الرومانية.

واحدة من أكبر الإمبراطوريات التي شهدها العالم على الإطلاق، ذابت بقايا الإمبراطورية المصرية في أيدي الرومان الذين امتدُّوا شمالًا عبر شبه الجزيرة الأوروبية وعبر القناة الإنجليزية إلى الجُزُر البريطانية. نَمَت الجمهورية الرومانية إلى الإمبراطورية الرومانية لتلبية احتياجات وطموحات الأرستقراطيين الرومان، ولهذه الغاية طورت أنظمة وبرامج بنية تحتية عالية الكفاءة، بما في ذلك طريق أبيان[1] وشبكة الطرق الواسعة في جميع أنحاء أوروبا، والتي غالبًا ما كانت تتطابق مع إمدادات مياه القنوات. ومن خلال التجارة على طريق الحرير، ربطت الإمبراطورية الرومانية وفتحت أوروبا أمام الصين وآسيا. لم تستمر الإمبراطورية نفسها سوى أربعة قرون فقط، بينما استمرت البنية التحتية والشبكات الثقافية التي طورتها ما يقرب من ألفي عام، حتى عصر النهضة الأوروبية. ومع ذلك، فإن الجمع بين الحدود الموسَّعة إلى جانب تزايُد عدد السكان دفع هذه الإمبراطورية المركزية إلى نقطة الانهيار: بعد أن ضعف الانتشار العسكري بينما يزداد الجيران تطوُّرًا باطِّراد -ويرجع الفضل في ذلك، إلى حدٍّ كبير، إلى شبكات التجارة والاتصال التي أسَّسها الرومان أنفسهم- ضَعُفَت الإمبراطورية وأصبحت أكثَرَ عُرضَةً للتهديدات الجديدة. وهي في ذلك مثل الكثير من المدن- الدول المبكِّرة، أثبت التوسُّع أنه ضروري للتنمية وخطير للاستمرارية.

(1) طريق أبيان Appian Way: من أوائل وأقدم الطرق الرومانية التي بدأ الرومان تشييدها سنة 312 ق.م، وامتد لمسافة 212 كم ليربط بين روما وبرينديزي في الجنوب الشرقي لإيطاليا. [المترجمة]

على الجانب الآخر من المحيط الأطلسي، هيمنت حضارة المايا على أمريكا الوسطى لأكثر من ألفي عام. ما زلنا نكتشف أطلال المايا الكبيرة على شبه جزيرة يوكاتان، كان المجد السابق للمايا طويلًا مَصدرًا ساحرًا، بما في ذلك بالنسبة للمستَكشِفين مثل كاتب القرن التاسع عشر چون ستيفنز John Stephens. وقد زُرتُ المنطقة أيضًا وأتذكر رؤية أشجار استوائية معمِّرةً تنمو فوق معابد الدَّفن وملاعب الكرة، والشواهد المنحوتة ترقد دون رعاية، ومنازل الأحفاد المعاصرين المتواضِعَة المتجاورة ذات الأسقف المصنوعة من القش والأرضية الترابية. استمدَّت إمبراطورية المايا قُوَّتها من تدجين الذُّرَة، وهو عنصر أساسي في الحياة، لدرجة أن أسطورة الخلق صَوَّرَت الآلهة وهم يصنعون الإنسان من عجين الذرة. تبع النمو السكاني هذا النجاح الزراعي وزعم القادة بأن الحُكم الإلهي نشأ عندما تم تطهير الأرض وإزالة الغابات من أجل التوسُّع الزراعي. في المقابل، أدَّت ظروف تآكُل التربة وأحوال الجفاف إلى المجاعة والاضطرابات المدنية، ونهاية عصر مايا الكلاسيكي(254). انهارت ثقافة المايا العالية نتيجة الاستغلال البشري؛ مما أدى إلى تعطيل ردود الفعل الإيجابية التي تدعم أنظمتها البيئية.

اقترح چاريد دياموند Jared Diamond رواياتٍ تاريخيَّةً مُماثِلةً، ركَّز فيها على جزيرة إيستر وغيرها من الجُزُر المنعزلة في جنوب المحيط الهادئ. تشتهر جزيرة إيستر بتماثيلها الحجرية الضخمة وأنها من أكثر الجُزُر عُزلَةً في العالم، وبالنسبة لدياموند، هي من أوضح الأمثلة على الإبادة البيئية على هذا الكوكب. وفقًا لما ذكره دياموند، أزال سكان جُزُر إيستر الغابات من أراضيهم لبناء الزوارق البحرية التي يحتاجونها لجلب وجباتهم الغذائية التي تركِّز على الأسماك. تقرير دياموند مخيف: تحوَّل سُكَّان جزيرة إيستر إلى النُّظُم الغذائية القائمة على الأرض؛ مما زاد من إجهاد قدرات الجزيرة واستغلال مواردها بشكل مُفرِط. ويرى دياموند أن هذا أدَّى حتى إلى أكل لحوم البشر لتعويض ضعف الوجبات الغذائية. ويرى آخرون أن سُكَّان جزيرة إيستر قد استسلموا للأمراض الناجمة عن التعرُّض للمستكشفين الأوروبيين أو أنهم حاولوا التكيُّف مع قِصَر نظرهم في الحصاد المفرط لنباتات الجزيرة عن طريق أكل الفئران والنباتات التي يتحايلون لتنميتها في جزيرة أصبحت الآن متصحِّرةً بسبب نقص البصيرة(255).

وهكـذا يُعلِّمنـا التاريـخ أن تدهـور الحضـارات وسـقوطها هـما القاعـدة وليسـت الاسـتثناء، وأنهـما يرجعـان غالبًـا إلى الاسـتنفاد قصـير النظـر مـن جانبنـا للمـوارد الطبيعيـة بمـا في ذلـك تدمـير الموائـل- التـي تبـدو أنهـا اتجاهـات لا مَفـرَّ منهـا نظـرًا لطبيعتنـا الأنانيـة التنافُسـيَّة العميـاء. أدَّت هـذه الأنشـطة إلى "الأحـوال البديلـة" التـي نراهـا اليـوم، حيـث تشـير الاضطرابـات ونقـص المـوارد واتسـاع الفجـوة بـين الأغنيـاء والفقـراء إلى مجتمـع متوتِّـر وغـير مدعـوم. بـدت كل حضـارة في زمنهـا لا تُقهَـر وحتميَّة ودائمـة -تمامًـا كـما تبـدو اليـوم ثقافتنـا الأكـثر عَوْلَمـة- ولكـن كل حضـارة أثبتـت أنهـا سريعـة الـزوال. إن وضعنـا الحـالي -تزايُـد عـدد سُـكَّان العـالم مـع اسـتمرار تدمـير الموائـل في جميـع أنحـاء العـالم- يمـدُّ البشريَّـةَ باختبارهـا التـالي للاسـتدامة(256).

تجَنُّب الأحوال البديلة من خلال تقييم النُظُم البيئيّة الحالية

قبـل رؤيـة مـدى ودرجـة التهديـدات الموجَّهـة ضـد الحضـارة الإنسـانية المعـاصرة والتـي تُمثِّلهـا هـذه الحضـارة نفسـها بنفـس القـدر، مـن المهـم أن نفهـم بالضبـط مـا تفعلـه النُّظُـم البيئيـة لنـا. في كثـير مـن الأحيـان، تظهـر كلمـة مثـل "النظـام البيئـي" عـلى أنهـا شيء "هنـاك"، مـكان خـارج عوالمنـا، مثـل غابـة أو بحـيرة، وبالتـالي قـد يبـدو تدميرهـا مُحزِنًـا ولكـن ليـس بالـضرورة مهـمًّا. لكـن البـشر لا يزالـون، كـما فعـل أسـلافنا عـبر التاريـخ ومـا قبـل التاريـخ، يسـتفيدون مـن النُّظُـم البيئيـة، التـي توفِّـر عـددًا مـن القيـم والخدمـات، كـما أوضحـت جريتشـن ديـلي Gretchen Daily في كتابهـا: Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems (خدمـات الطبيعـة: الاعتـماد المجتمعـي عـلى النظـم البيئيـة الطبيعيـة، 1997). يمكـن أن تـتراوح "خدمـات النظـام البيئـي" مـن المعالجـة الميكروبيـة لميـاه الجَرَيـان السـطحي، والتـي توفِّـر ميـاه شُربٍ نظيفـة، وتثبيـت التربـة مـن خـلال الغطـاء النبـاتي، الـذي يمنـع التعريـة ويجعـل الزراعـة مُمكِنـة، إلى إنشـاء المسـتنقعات المِلحيَّة، وأشـجار المنجـروف، والشِّـعاب المرجانيـة، التـي تحمـي السـواحل مـن التـآكُل وأضرار العواصـف. لقـد ثبـت أن مفهـوم خدمـة النظـام البيئـي ضروري لتقييـم العمـل الـذي يقـوم بـه النظـام البيئـي مـن أجـل الإنسـانية بشـكل صحيـح؛ لأنـه يضـع ثمنًـا عـلى هـذا العمـل. يسـاعد هـذا النَّمـوذجُ رُوَّاد الأعـمال وصانعـي السياسـات وعامَّـة النـاس عـلى التحـدُّث بشـكل

هادف مع بعضهم البعض حول قيمة النُّظُم البيئية لدينا ويسمح بترتيب أفضل لحدود وتكاليف التأثيرات البيئية(257).

سبق لنا بالفعل ذكر بعض هذه الخدمات التي يقدِّمها النظام البيئي. تتميز الغابات المطيرة والشعاب المرجانية، على سبيل المثال، بالكائنات الحية ذات التاريخ التطوُّري الطويل للتكيُّف وتصنيع الدفاع الكيميائي؛ مما يجعل هذه النظم البيئية مُستَودَعات قد تكون مُفيدَةً في علاج الأمراض. إنها مستودعات لا غِنَى عنها للأرض ولصحة الإنسان. وتعد الغابات الاستوائية المطيرة أيضًا أكبر المصادر الأرضية المتبقية لعزل الكربون -الذي يُزيل ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي- وإنتاج الأكسچين.

وتضمُّ السواحل النباتية بعضًا من أكثر الكائنات قيمة في التزويد بخدمات النظم البيئية على هذا الكوكب، رغم أنها أيضًا من أكثر المواقع الجغرافية تعرُّضًا للانتهاكات. فوفق حسابات خبراء الاقتصاد البيئي لكل وحدة مساحة، تعتبر المستنقعات المالحة وغابات المنجروف ذات قيمة للبشر أكبر من النظم البيئية الجذابة للشعاب المرجانية والغابات الاستوائية المطيرة. يأتي هذا الإدراك غير المتوقَّع من الفوائد المتنوِّعة التي توفِّرها مثل هذه النُّظم البيئية للأراضي الرطبة: في المناخات المعتدلة والاستوائية، تقوم المستنقعات المالحة وشواطئ المنجروف باستخلاص الكربون وتخزينه كأحواض ينتج منها، بمرور الزمن، الفحمُ والغاز الطبيعي. إذا تُرِكَت هذه الأحواض سليمة، فإنها تعمل على حماية وتخفيف التغيرات في مناخ الأرض. يعمل الغطاء النباتي أيضًا على تثبيت تربة الشواطئ من التعرية وربط الرواسب المتبقِّية لمئات الملايين من السنين من التجوية لخلق موائل حيويَّة. وأحيانًا، تقوم الأراضي الرطبة الساحلية بتقديم شيء مهمٍّ على نحو متزايد بسبب العواصف الأكثر شِدَّة وتواتُرًا والناتجة عن الاحترار العالمي: فهي بمثابة حصن ضد الأمواج، تقوم تبديد طاقة الأمواج قبل أن تتمكَّن من اختراق النظم البيئية والمدن الأرضية. وأخيرًا، تعتبر المستنقعات وغابات المنجروف منشآت طبيعية لمعالجة مياه الصرف الصحي. ذلك أن التجمُّعات الميكروبية في الأراضي الرطبة تقدِّم عملية كيميائية حيوية بغمر الأرض في تلك المناطق- ومن الجيد، في الواقع، أنها تُستخدم بشكل متزايد في هندسة أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي البشرية(258).

أحـد الأمثلـة عـلى كيفيـة فقـدان خدمـات النظـام البيئـي مـن خـلال التدخُّـل البـشري هـو "وعـاء الغبـار الأمريـكي العظيـم" (Great Dust Bowl) في أوائـل القـرن العشريـن. يصـف تيـم إيجـان Tim Egan في كتابـه The Worst Hard Time: The Untold Story of Those Who Survived the Great American Dust Bowl (أسوأ الأوقـات الصعبـة: القصـة غـير المرويـة لمـن عاشـوا وعـاء الغُبـار الأمريـكي العظيـم)، كيـف حـاول المزارعـون الأمريكيـون، بتشـجيعٍ مـن حوافـز الحكومـة في سـنوات العقـد 1930، تحويـلَ مَـرْج الأعشـاب الطويلـة في السـهول الأمريكيـة إلى أراضٍ زراعيـة تصبـح سَـلَّةَ خُبـزٍ للبـلاد. أدَّى ذلـك إلى كارثـة بيئيـة ذات أبعـاد هائلـة: فقـد أدى حـرثُ النظـام البيئـي القديـم لـلأراضي العُشـبيَّة في محاولـة لتدجينـه إلى انطـلاق التربـة السـطحية للجنـوب الغـربي في سُـحُب غُبـارٍ أظلَمَـت سـماء مدينـة نيويـورك عـلى بُعـد ألفَـيْ ميـل، وتسـبَّب هـذا في توليـد اليـأس الـذي صوَّره چـون شـتاينبك John Steinbeck في روايتـه الرائعـة Grapes of Wrath (عناقيـد الغضـب). وفي عـام 1935، غطَّـت إحـدى أسـوأ العواصـف شـيكاغو ونيويـورك وأتلانتـا في وقـتٍ معًـا بسـحابَةِ غُبـارٍ هائلـة امتـدَّت لمسـافة 1,800 ميـل، وبلـغ وزنهـا 350 مليـون طـن(259).

في فـترة الكسـاد، كان وعـاء الغبـار هـو "حالـة بديلـة" كلاسـيكية بفعـل الإنسـان (شـكل 1-11). تحـدث الحالـة البديلـة عنـد فقـدان الاسـتجابات الإيجابيـة التـي خلقـت الحالـة الأصليـة وحافظـت عليهـا وعـلى اسـتقرارها، وتحـلُّ مَحلَّهـا ردود فعـل تحافـظ عـلى اسـتقرار وثبـات الحالـة المتدهـورة؛ مـما يَحـول دون اسـتعادة الحالـة الأصليـة. وبإيجـاز، تتشـكَّل طبيعـة جديـدة، طبيعـة تتحـدَّى عوامـل الحفـاظ عـلى البيئـة لأن الحالـة البديلـة يمكـن أن تتغـير بسرعـة ودون إنـذار مُسبَق في أغلـب الأحيـان. في حالـة السـهول الأمريكيـة الكـبرى، كانـت الحالـة الأصليـة أعشـابًا تطـوَّرَت لتحمُّـل حيوانـات الرعـي والحرائـق، ولتقـوم بربـط طبقـة التربـة. كان النظـام البيئـي ذا تنـوُّعٍ كبـير مـع مجموعـة مـن النباتـات والحيوانـات. وبسـبب سـيطرة أعشـاب الـبراري الطويلـة في أنحـاء كثـيرة مـن قـارة أمريـكا الشـمالية، لم يتخيَّـل أحـدٌ هَشاشـةَ النظـام الـذي تُدعِّمه، عـلى سـبيل المثـال، أنهـا اسـتعمرت وأمـدَّت بالاسـتقرار مَوئِـلًا سـوف يفقـد اسـتقراره بدونهـا. فأعشـاب الـبراري الأصليـة، مثـل الجبـال الجليديـة، تختبـئ معظـم كتلتهـا الحيويـة تحـت السـطح، في جُـذورٍ مُنغَرِسـة بعُمـق، كثيفـة، رابطـة للتُّربـة، هـذه الجـذور تطـوَّرَت لتحمُّـل الظـروف المناخيـة القاسـية مثـل الجفـاف والريـاح القويـة. لم

يكن المزارعون المهاجرون على دراية بمدى اعتماد النظام البيئي على الماضي الإيكولوچي والتطوُّري لهذه الحشائش، والأعشاب التكافُليّة الشريكة التي تطوَّرَت مع البشر. ضاعت قدرة أعشاب البراري الطويلة على ربط التربة، وتعرَّضَت الحياة في السهول الكبرى لطقس شديد القسوة، وجفاف، وتُربَة مُفكَّكة، وتحوَّلَت إلى مجتمع رواسب مُتنقِّلة بديناميَّاتٍ تُماثِل الكثبان الرملية(260).



شكل 11-1: سحابة عاصفة ترابية تُهدِّد المساكن خلال وعاء الغبار الأمريكي. وقد تسبَّبَت فيها جهود الحكومة لتحويل مروج الأعشاب الطويلة إلى أراضٍ زراعية عن طريق الحرث تحت الحشائش المحلية. الصورة عن D. L. Kernodle. Farm Security Administration—Office of War Information Photograph Collection, Library .of Congress, Prints and Photographs Division

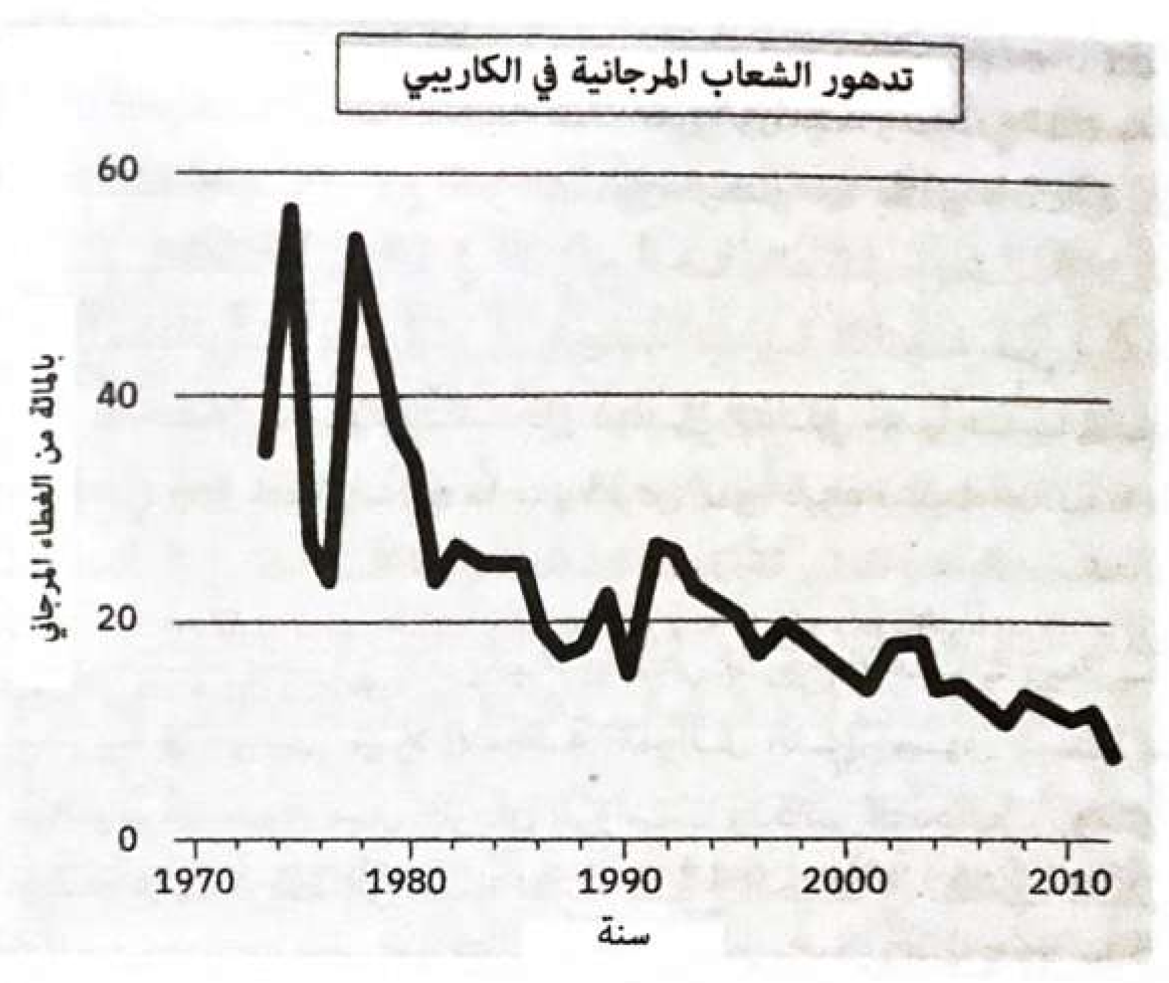
ونجد عمليات مماثِلَة في جميع أنحاء العالم: لقد أثَّرَت العواصف الترابية التي تُحرِّكها محاولات واسعة النطاق لزراعة بيئات المراعي القاحلة على جميع القارات على الأرض باستثناء القارة القطبية الجنوبية، وكانت مسؤولةً عن حركة التربة عبر القارات. علاوة على ذلك، يمكن أن يكون لهذه الأحداث آثار عالمية: اكتشف العلماء أن الغبار والميكروبات المرتبطة به من صحاري إفريقيا، على سبيل المثال، يمكن أن تنتقل في سحب الغبار عبر المحيط الأطلسي لتُسبِّب تفشِّي

الأمـراض التـي تُهـدِّد الأنـواع في الشُّـعب المرجانيـة للبحـر الكاريبـي. لقـد وصَلَـت أفعـال البـشر المثـيرة للاضطـراب بـين الكائنـات التـي توفِّـر خدمـات النُّظُـم البيئيـة القيمـة إلى نطـاق عالمـي.

بقـدر مـا نعلـم مـن ملاحظـات التاريـخ الطبيعـي الجماعيـة، وبيئـة المجتمـع التجريبيـة، والنظريـة البيئيـة، عندمـا يتـمُّ دفـع النظـم البيئيـة خـارج حالاتهـا المسـتقرَّة ذاتيـة التنظيـم، والتـي كانـت تحافـظ عليهـا مـن خـلال ردود الفعـل الإيجابيـة، وإلى حـالات بديلـة (عـادة مـن خـلال التأثـيرات البشريـة)، فـإن التعـافي صعـبٌ وبطـيء وغـير مُحتَمَـل في كثـير مـن الأحيـان. تعتمـد إنتاجيـة النظـم البيئيـة الطبيعية، ولا سـيما تلـك الموجـودة في الموائـل الهامشـية، محـدودة الإمكانيـة، عـلى الأنـواع التأسيسـية التـي تعمـل عـلى تحسـين الموائـل وتمكـين التنـوُّع البيولوجـي للنظـام البيئـي. إذا فقـدت هـذه الأنـواع التأسيسـية -مثـل أعشـاب الـبراري الطويلـة- أو اسـتُبدِلَت بأنـواع متشـابهة ظاهريًّـا، لكنهـا مختلفـة وظيفيًّـا، فقـد يسـتقر الموئـل في حالتـه البديلـة، وعـادةً مـا تكـون حالـة أقـلَّ إنتاجيـة كاملـة مـع ردود الفعـل التعزيزيـة الخاصـة بـه. وهكـذا، فـإن التدخُّـلات البشريـة المثـيرة للاضطـراب في البيئـة تعمـل عـلى تغيـير نسـيج وتركيـب النظـم البيئيـة بأكملهـا، ويحـدث ذلـك مـع فقـدان خدمـات النظـام البيئـي التـي تـم تطويرهـا لتعظيـم إنتاجيـة التجمعـات المحليـة(261).

المؤسـف أن هـذا التحويـل بـشري المنشـأ للموائـل المنتجـة إلى حـالات بديلـة -أو إلى الانهيـار التـام- يحـدث عـبر مـا سـبق وصفـه مـن النُّظُـم البيئيـة التـي لا تُقـدَّر بثمـن. لا تـزال إزالـة الغابـات، التـي لهـا تاريـخ عميـق، مسـتمرَّةً بقُـوَّة، حيـث تزيـل الكائنـات الحيـة مثـل الأشـجار التـي تمثِّـل أهـمَّ عوامـل امتصـاص الكربـون، وتثبيـت التربـة، وتعديـل الطقـس والموئـل. مـن عـام 2000 إلى عـام 2005، تجـاوَزَت خسـارة الغطـاء الحرجـي العالمـي 621,000 ميـل مربـع (أكـثر مـن 1.5 مليـون كيلومـتر مربـع)، وخسـارة 0.6 بالمائـة سـنويًّا، والتـي قـد لا تبـدو كبـيرة، ولكنهـا في الواقـع تُعـادِل حجـم ولايـة مريلانـد. وتعـاني غابـات الأمـازون المطـيرة مـن أشـد الأضرار حيـث تـمَّ تجريـف أراضيهـا لتربيـة الماشـية وزراعـة فـول الصويـا. وتعتـبر غابـات الأمـازون المطـيرة أكـثر مـن نصـف الغابـات المطـيرة في العـالم، ولكـن منـذ أعـوام العقـد 1970، فقـدت مـا يقـرب مـن 20 بالمائـة مـن مسـاحتها(262).

كذلك يجري استئصال الشّعاب المرجانية تحت أعيننا. لقد أدّى ارتفاع درجة حرارة مياه البحر إلى انهيار التكافُل التّبادُلي بين المرجان والطحالب وأدّى إلى تحوُّل وشحوب المرجان. في منطقة البحر الكاريبي، كان الغطاء المرجاني الحي لموائل الشعاب المرجانية يُقدر بحوالي 60 بالمائة في أواخر سنوات العقد 1970، ولكن بحلول عام 2012، انخفض الغطاء المرجاني الحي في نفس المواقع إلى أقل من متوسّط 10 بالمائة (شكل 11-2). اليوم، غالبًا ما تهيمن الهياكل العظمية المرجانية الميّتة المُغطّاة بالطحالب العشبية على معظم موائل الشعاب المرجانية الضّحلة في منطقة البحر الكاريبي. هذا أيضًا مثال آخر لموائل الحالة البديلة التي يُسبّبها البشر: يقضي الصيد الجائر على الأسماك التي يمكن أن تحافظ على نمو الأعشاب البحرية بسرعة تحت السيطرة. وبدون الأسماك التي تتغذى عليها وتَحِدُّ من نُمُوّها، تغلب الأعشاب البحرية على الشعاب المرجانية؛ ممّا يحجب أشِعَّة الشمس ويمنع نُموَّ المرجان. عندما نأخذ ما نحتاجه من هذا النظام البيئي بشكلٍ أعمى من أجل طعامنا، نتجاهل بأنانية حقيقة أن أسماك الرعي والأعشاب البحرية لها دور أساسي متبادَل تَطوَّر على مدى آلاف السنين من التاريخ الطبيعي المشترك(263).



شكل 11-2: كان سبب تراجع المرجان في منطقة البحر الكاريبي هو الصيد الجائر؛ والأعاصير التي قلَّلَت من الغطاء المرجاني الحي؛ والاحترار العالمي والكثافة المفرِطة في المواد العضوية وغير العضوية بالماء؛ ممَّا تسبَّب في مرض المرجان وموته. أعيد الرسم من Tropical Americas: Coral Reef Resilience Workshop Report, April 29-May 5, 2012, Tupper Center, Smithsonian Tropical Research Institute, Panama City.

وبالمثل، لم يكن الحالُ أفضلَ بالنسبة للنُّظُم البيئية الساحلية، مثل المستنقعات المِلحيَّة وغابات المنجروف، فقد تعرَّضَت لإساءة الاستخدام منذ بداية الحضارة. وكانت هذه النظم البيئية، التي غالبًا ما تُسمَّى بازدراء "مستنقعات"، تُستخدم على نحوٍ مُتكَرِّر كمقالب للقمامة أو يتم تجفيفها وإعدادها للاستخدام الزراعي. وتعرَّضَت لتجاهل قيمتها والعلاقات التكافلية المعقَّدة التي تخلقها بشكل كبير. فعلى سبيل المثال، أزيلت أشجار المنجروف الاستوائية من أجل إنتاج الفحم، ومواد البناء، ولتطوير مزارع الجمبري ومنتجعات الواجهة البحرية. أدَّت هذه الأنشطة إلى نزوح ما لا يقلُّ عن 35 بالمائة من أشجار المنجروف في العالم. في العقود الثلاثة الماضية فقط، أُزيلت غابات المنجروف التي كانت تحمي ساحل

مايا ريڤيرا في المكسيك لتُفسِح الطريق أمام بناء منتجعات ضخمة. وفي المناطق المعتدلة، استُبدِلَت المستنقعات الملحية بالأراضي الزراعية ومراعي الماشية والطرق والسكك الحديدية والإسكان ومراكز التسوق، وهو ما يمثِّل خسارة بنسبة 50 بالمائة من المستنقعات الملحية في جميع أنحاء العالم. وبمجرد إزالة أشجار المنجروف أو المستنقعات المالحة، فإن الحالة البديلة الناتجة من ارتفاع نسبة ملوحة التربة وانخفاض طبقة الأكسجين تجعل التعافي أمرًا صعبًا للغاية: فقد تطوَّرَت ردود فِعلٍ جديدة قوية تَجِدُ من فرص نمو حياة نباتية جديدة وازدهارها هناك(264).

مثال أخير، مُشابِهٌ للمروج الأمريكية، يختصُّ بمروج الأعشاب البحرية. تزدهر الأعشاب البحرية في موائل المياه الضَّحلة -الموائل التي يَسهُل للبشر استغلالها والمعرَّضة لضغوطٍ مُتعدِّدة، مثل جريان الرواسب وتكاثُر الطَّحالب- ومثل أعشاب البراري الطويلة، فإنها تربط الرواسب لتتيح تنوُّعَ الحياة في نظامها البيئي. تقدم الأعشاب البحرية خدماتٍ هامَّةً للنظام البيئي، مثل معالجة المياه ومعالجة ارتفاع كثافة المعادن والمواد الذائبة والمترسِّبة، وهذه الخدمات تُقدَّر قيمتها بـ 1.9 تريليون دولار سنويًا، لكن موائل أعشاب البحر تختفي حاليًا بمعدل 42 ميلًا مربعًا (11000 هكتار) سنويًا، وقد فقدت 29 بالمائة بالفعل من جميع مناطق الأعشاب البحرية المعروفة. مُعدَّلات الخسارة هذه قابِلةٌ للمقارنة مع تلك الموجودة في النظم البيئية التي ذكرناها للتو؛ مما يجعل طبقات الأعشاب البحرية من بين أكثر النظم البيئية المعرضة للخطر على هذا الكوكب(265).

على الرغم من هذه الصورة القاتمة، فقد حققنا نجاحات بيئية كبيرة ضد احتمالات الظروف طويلة المدى والمثيرة لليأس للتدمير البيئي. على سبيل المثال، منذ أربعين عامًا، كانت الطيور الجارحة تتَّجِه في ظروفٍ غامضة إلى الانقراض في النُّظُم البيئية التي يسيطر عليها الإنسان؛ ممَّا يُهدِّد البنية الغذائية وتوازن النظم البيئية الطبيعية. ثم جاء الاكتشاف الشهير على يد راشيل كارسون Rachel Carson، والذي كشفت عنه في كتابها الشهير Silent Spring (الربيع الصامت، 1962): كان المبيد الحشري المعجزة واسع الاستخدام دي.دي.تي DDT يتركَّز خلال السِّلسلة الغذائية، ويشقُّ طريقه إلى الطيور الجارحة ويُضعِف قِشرَ بَيضِها حتى يصبح من غير الممكن أن تنتج ذُرِّيَّة قابلة للحياة. أدى حظر الـ دي.دي.تي إلى

ولادة جديدة مثيرة للإعجاب للطيور الجارحة في المشاهد الطبيعية التي يسيطر عليها الإنسان. حدثت قصة نجاح مماثِلَة مع غابات عشب البحر قبالة الساحل الغربي لأمريكا الشمالية. في منتصف القرن العشرين، كانت غابات عشب البحر، التي تُعَدُّ موطنًا لمجموعة متنوِّعة من الكائنات الحية، تتقلَّص وتختفي بمعدَّلٍ يُنذِر بالخطر. كشفت الدراسات التجريبية والمترابطة التي قادها چيم إستس Jim Estes وزملاؤه أن هذا الانهيار كان ناتجًا عن الإفراط في حصاد ثعالب البحر للحصول على فرائه لصُنع القُبَّعات الشعبية، وطيَّات السترة، والمعاطف. كانت قِلَّة عدد ثعالب البحر التي تأكل قنافذ البحر العاشِبَة يعني زيادة أعداد القنفذ التي تتغذَّى على عشب البحر؛ وبالتالي أصبحت هذه الأعشاب تُفقَد نتيجة الرعي الجائر. أدَّت إعادة إدخال ثعالب البحر إلى المناطق التي كانت قد فقدتها في السابق إلى عودة طبقات عشب البحر والتنوُّع البيولوچي المرتبط بها على طول الساحل الغربي. تجلب هذه النتائج الإيجابية بعض الأمل في أننا قد نكون قادرين على عكس التراجع عن الحالات البديلة التي تسببنا فيها من خلال الإخلال بالنظم البيئية(266).

في النهاية، تُعلِّمنا الحالات البديلة حقيقتين مُهِمَّتَيْن ومترابِطَتَيْن: (1) يؤثِّر نوعنا سلبًا على الأنظمة البيئية من حولنا، و(2) تسعى الآليات المعقَّدة والمتطوِّرة للعالم إلى الاستقرار، حتى لو كان هذا الاستقرار يجعل تحسين النظام البيئي شِبهَ مستحيل. إن عدم الاعتراف بأدوارنا كشُرَكاء متعاونين في العالم، يؤدي بنا إلى تغيير بنية النظم البيئية ذاتها بطرقٍ تُهدِّد الأنواع الأخرى التي تعيش فيها.

لقد أوضحنا أننا نستطيع أن نعكس بعض هذه التغييرات من خلال مزيد من الوعي بالآثار المتبادَلة لأفعالنا والحد من تأثيراتنا على العالم الطبيعي. لكنَّ هناك نظامًا بيئيًّا آخر مُهدَّدًا حاليًّا بالنشاط البشري وتغيير الحالة، نظام يؤثر على جميع البيئات التي نوقشت هنا- وعكس هذا التهديد الذي خلقه الإنسان سيتطلَّب أكثر بكثير من حظر مبيدٍ حشري أو إعادة إدخال نوع. هل يمكن الارتقاء بنجاحاتنا في تجديد النظام البيئي إلى المستوى العالمي من أجل معالجة مشاكل الكواكب المتعلِّقة بتغيُّر المناخ وزيادة حموضة المحيطات واستنزاف المفترِسات؟ هل يمكننا التوصُّل إلى حلول تتطلَّب نظرةً ثاقبة وتعاونًا جماعيًّا على

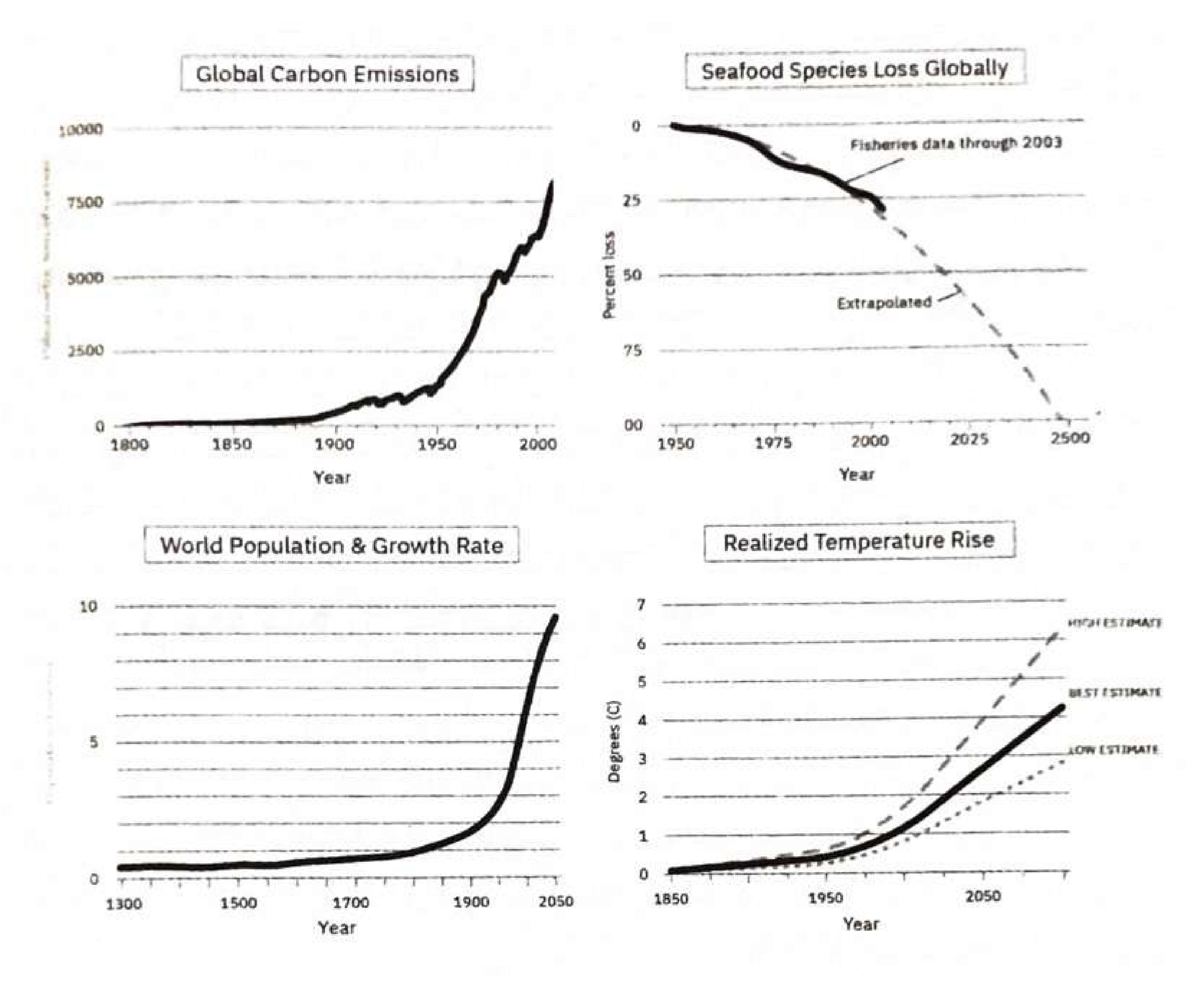
نحوٍ مباشر، حتى لو كان هذا يعني تجاوز غريزة الچينات الأنانية لدينا لمحاولة "الفوز" على المدى القصير، وبأي ثمن؟

تغيير الأنظمة العالمية

على مدى القرنين الماضيين، أصبحنا مُعتَمِدين على موادَّ تكوَّنَت بفعل تراجم الطاقة الشمسية على مدى مئات الملايين من السنين. تم استخراج الكربون المتحجِّر والمضغوط والمسال، المدفون بفعل العمليات الچيولوچية عبر التاريخ الطويل لكوكبنا وأشكال الحياة التي نشأت عليه، استخرجنا الكربون المترسِّب في المستودعات الجوفية والمدفون في الأراضيي الرطبة لتغذية أسلوب حياة اصطناعي بشكل متزايد. وبينما نحرق هذا الوقود، فإننا ننقل بشكل فعَّال مئات الملايين من السنين من الطاقة الشمسية المُعبَّأة في الكربون المُخزَّن -مثل السَّبَخ (الخُثّ) والفحم والغاز- إلى الغلاف الجوي للأرض. هذا التركيز لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، والذي زاد بنحو 30 بالمائة منذ الثورة الصناعية، يخلق ما نشير إليه بتأثير الاحتباس الحراري: غازات الاحتباس الحراري تمتصُّ الطاقة الشمسية وتحبسها داخل الطبقة الجوية السُّفلى؛ ممَّا يُؤدِّي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض وزيادة درجات الحرارة(267).

بعبارة أخرى، يتسبَّب البشر في انبعاث المزيد والمزيد من الطاقة إلى الغُلاف الجوي، وفي ذات الوقت يرسلون إلى السماء نفس تلك المُركَّبات التي تمنع امتصاص هذه الطاقة. إن زيادة غازات الدفيئة بفعل البشر هي الدافع وراء الاحتباس الحراري، وارتفاع الحموضة في مياه المحيطات، وسلسلة من المشكلات المرتبطة بكل هذا، والتي تؤدِّي بدورها إلى خلق حالات بديلة عبر الكوكب. في الواقع، قد نكون على صواب عندما نقول إننا نُحوِّل الكوكب نفسه إلى حالة بديلة. ورغم تاريخنا القصير نسبيًّا على الأرض -كما كتب كارل ساجان ذات مرة، إذا مثلنا تاريخ الأرض بيوم من أربع وعشرين ساعة، فلن يظهر الإنسان العاقل الحديث حتى الساعة 11:50 مساءً، ولن تبدأ الحضارة إلى قبل دقيقتين فقط من منتصف الليل- نحن بصدد تغيير الهياكل العالمية عن طريق تغيير أحد عناصرها الأساسية: درجة الحرارة(268).

تعتبر درجة الحرارة من أهم القوى الأساسية على وجه الأرض. إنها تؤثّر على الحياة كلها من خلال التحكّم في مُعدّلات التفاعلات الكيميائية وتعديل كثافة الغازات والسوائل. وبالتالي فإن الاحترار العالمي سيُغيِّر من وفرة وتوزيع الكائنات الحية عبر الكوكب، وسيُحوِّل الأراضي الزراعية الغنية تاريخيًا إلى صحاري، والصحاري غير المنتجة تاريخيًا إلى أراضٍ زراعية ؛ وسيُحرِّك التيارات البحرية، ويُغيِّر موائل الأنواع البحرية. ستحدث هذه التحوُّلات بشكل مُستَقلٍّ عن الحدود السياسية، وهذا سوف يؤدِّي إلى تفاقُم الصراعات في عالَمٍ تتقلّص فيه الموارد الغذائية. يكشف فهمنا للتاريخ حتى هذه النقطة، رغم كل شيء، أنه إذا كان لتغيُّر درجة الحرارة تأثيرات دراماتيكية على الإنتاج الزراعي، فمن المحتمل أن تشمل العواقب الوخيمة التضخُّم الاقتصادي، والحرب، والمجاعة، والانخفاض النهائي في عدد سُكّان العالم (شكل 11-3)(269).



شكل 11-3: الاتجاهات العالمية في انبعاثات الكربون وفُقدان أنواع المأكولات البحرية وارتفاع مُعدَّل التعداد السكاني ودرجة الحرارة. كل هذه الاتجاهات تتأثَّر بشدَّة بالسلوك البشري. يكمن الأمل في عكس هذه التغييرات الحادَّة من خلال اتخاذ القرار التعاوني، وبالتالي تجنُّب خلق حالات إيكولوجية بديلة سيكون من الصعب، إن لم يكن من المستحيل، عكسها. جميع الصور أعيد رسمها بناءً على المصادر التالية:

Global carbon emissions: M. Thorpe, "Global Carbon Emission by Type to Y2004" Wikimedia Commons. Seafood species loss: "Global Loss of Seafood Species" in R. Black, "'Only 50 Years Left' for Sea Fish," BBC News, November 2, 2006. World population and growth rate: World Health Organization, World Population, 1050 to 2050, https://www.who.int/gho/urban_health/en/. Realized temperature rise: IPPC Working Group I, "Policymakers Summary" https://www. ipcc. ch/ipccreports/far/wg_l/ipcc_far_wg_I_spm.pdf.

عملت المحيطات تاريخيًّا كعامِلٍ عازِلٍ مُهِمٍّ لتعديل التغيُّرات في البيئة العالمية- ومع ذلك فإن الاضطرابات المتسببة عن أنشطة البشر تَحدُّ أيضًا من قدرة المحيطات على القيام بهذا العمل الأساسي. فحيث أن 30 إلى 40 بالمائة من ثاني أكسيد الكربون الناتج عن النشاط البشري يذوب في المحيطات، فقد شكل حمض الكربونيك، وبالتالي يزيد من حموضة مياهنا. هذه مشكلة بيولوجية خطيرة وجديدة في النظم البيئية البحرية: فالحموضة المرتفعة تحدُّ من قدرة الكائنات الحية مثل الشِّعاب المرجانية والحلزونات، على سبيل المثال، على بناء الهياكل الكربونية التي تحميها من الحرارة وفقدان المياه والكائنات المفترسة؛ والحموضة يمكنها حتى إذابة الهياكل العظمية الموجودة من كربونات الكالسيوم. والحق أن كربونات الكالسيوم، كما يعرف عُشَّاق أحواض المياه المالحة جيدًا، تُخفِّف من الحموضة المتقلِّبة للمحيطات. وبالتالي، يمكن أن تؤدي الحموضة الزائدة إلى قلب النظم البيئية للمحيطات إلى حالات بديلة فوضوية لا يمكن التنبؤ بها. قد تكون العواقب وخيمة، بما في ذلك فقدان أنواع كاملة من الحلزونات، والسرطانات، وقنافذ البحر، والمحار، التي هي جزء من سلاسل غذائية واسعة النطاق، وتدمير قدرة المرجان على النمو وبناء الجزر المرجانية في البحار الاستوائية التي تحميها من الغرق بشكل مُميتٍ عند ارتفاع مستوى مياه البحار(270).

ارتفاع مستوى سطح البحر هو ثاني أكبر تَحدٍّ يواجهه السُّكَّان بسبب تَغيُّر المناخ. هذا ينطبق بشكلٍ خاصٍّ، وفعليًّا، على السُّكَّان المتركِّزين في الموائل الساحلية، حيث تتعدَّى البحار المتزايدة على المدن والقرى. أدَّى ارتفاع درجات الحرارة العالمية إلى ذوبان القمم الجليدية القطبية بسرعةٍ أكبر مِمَّا كان مُتوَقَّعًا؛ ممَّا أدَّى إلى توسُّع المحيط؛ ممَّا يعني أن البلدان المنخفضة مثل هولندا والصين، ومناطق مثل حوض المسيسيبي، ومدن مثل نيويورك، أمستردام، كوبنهاجن، سانت بيترسبورج والبندقية مُعرَّضَة لخطر الفيضانات خلال القرن المقبل. العديد من هذه المدن وغيرها من مدن الواجهة البحرية التاريخية بُنِيَت على شواطئ من صنع الإنسان في العصور الوسطى، ولكن ارتفاع مستوى سطح البحر بفعل النشاط البشري يحدث الآن وبسرعة، ويهدِّد هؤلاء السُّكَّان. أثبتت التقديرات المتحفِّظة لارتفاع مستوى سطح البحر خلال القرن القادم من قِبَل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) أنها أقلُّ من الواقع، رغم أنها تنبَّأت بزيادةٍ قَدرُها

من عشرين إلى أربعين بوصة (0.5 إلى 1 متر) في خطوط العرض الأكثر اعتدالًا. هذه التغييرات لها تأثيرات فورية، مثل انفصال جبل جليدي حديث بحجم ولاية ديلاوير عن الغطاء الجليدي لأنتاركتيكا، وهو أكبر حَدَثٍ من هذا النوع تمَّ تسجيله على الإطلاق. إن ارتفاع مستوى سطح البحر يعني أن المدن الساحلية الرئيسية والبلدان في جميع أنحاء العالم ستواجه أزمة إعادة معالجة الفيضانات وخسارة كبيرة للأراضي أثناء حياة أطفالنا. وهذا هو الحال بالفعل في بعض المدن: لم تَعُد مدينة البندقية، المركز الاقتصادي السابق للعالم في القرن الرابع عشر، لم تَعُد تعمل في تجارة التوابل، بل تتعامل بدلًا من ذلك مع قضايا خطيرة تتعلَّق بارتفاع مستوى سطح البحر. في آخر زيارة لي هناك، غمرت مياه البحر ساحةَ المدينة حتى مستوى الرُّكبة عند ارتفاع المد(271).

يُعَدُّ تغيُّر المناخ عامِلًا مُساهِمًا في تهديد آخر للنُّظُم الساحلية، نشير إليه باسم التَّخثُّث eutrophication. يحدث التخثُّث عندما تتراكم الأسمدة الزائدة -عادة الأسمدة الصناعية والاصطناعية- وتستحثُّ النُّموَّ الزائد لبعض الكائنات الحية التي تؤدِّي بعد ذلك إلى اختناق كائنات أخرى في النظام البيئي. يؤدي التخثُّث إلى استنفاد إمدادات الأكسجين ويؤدِّي إلى حالات نفوقٍ مُنتَظِمَة، يحدث بعضها سنويًّا في خليج المكسيك ويغطي مناطق بحجم ولاية تكساس. يعاني حوض نهر المسيسيبي أيضًا من هذه الأحداث حيث يموت عددٌ لا يُحصَى من الكائنات البحرية الثابتة والمتحرِّكة بسبب نضوب الأكسچين. أصبحت هذه الأحداث السنوية شائعة جدًّا لدرجة أنها شقَّت طريقها إلى الثقافة الإقليمية: على طول ساحل الخليج، تقام احتفالات بيوبيل السرطانات، مع تتويج فتاة في سِنِّ المراهقة مَلِكةً يوبيل سرطان البحر؛ ذلك أن السرطانات التي تبحث عن الأكسچين تهاجر بشكلٍ جَماعيٍّ إلى الخَطِّ الساحلي حيث يتمُّ حَصادها بسهولة. كانت مثل هذه الاحتفالات السنوية شائعة منذ أوائل القرن العشرين عندما بدأ الاستخدام المكثَّف لأسمدة النيتروچين. وهناك أحداث مماثِلَة في رود أيلاند حيث اتَّخَذتُ منزلي، هنا الكوهوج الشهير، أو المحار ذو القشرة الصلبة، الذي اشتهر من خلال حلقات مسلسل Family Guy[1]، وهو يعتبر أحد الكائنات الحية الكبيرة الوحيدة التي استطاعت البقاء على قيد الحياة في مياه خليج ناراجانسيت الملوَّثة

(1) فتى العائلة Family Guy: مسلسل أمريكي شهير أذيع عام 1999، تدور أحداثه في جزيرة رود أيلاند. [المترجمة]

بخزّانات الصرف الصحي على مدار العام. ونتيجة نضوب الأكسچين طوال أشهر الصيف، تهرب أو تموت الكائنات المنافسة أو المفترسة لهذا المحار، ولا ينجو سوى الكوهوج، ويفعل ذلك عن طريق إذابة دِرعه من كربونات الكالسيوم لمعادلة تأثير المنتجات الحِمضيَّة على تمثيله الغذائي اللا هوائي- أي أنه يعيش خلال الصيف من خلال حبس أنفاسه. ولأنه استطاع النجاة والبقاء، تفتخر رود آيلاند بتعريف نفسها كولاية الكوهوج، بدلًا من ولاية خزان الصرف الصحي(272).

هذه ليست مجرَّدَ أحداث في أمريكا الشمالية: المناطق الميتة الساحلية التي تُعاني من نقص الأكسچين أصبحت حالة طبيعية بديلة جديدة أخرى. منذ أن فرضت الحكومة الصينية تغييرًا من أسلوب الزراعة الزراعية التقليدية إلى المزيد من النماذج الغربية والصناعية، تكاثَرَت الطحالب السَّامَّة أو ما أُطلِق عليه "المد الأحمر"، وازدادت حجمًا وتوتُّرًا، ومات ما يقرب من 80 بالمائة من الشُّعب المرجانية الصينية(273). وهناك أيضًا نظير آسيوي للكوهوج هيمن خلال العقود القليلة الماضية على مصبَّات الأنهار الآسيوية التي تعاني من نقص الأكسچين.

إن الانتشار العالمي لتغيُّر المناخ يزيد من صعوبة مَهمَّة فهم كيفية تغيير وتشكيل العالم والأنظمة البيئية المتعدِّدة والمتنوِّعة داخله. تتمثَّل إحدى المشكلات المُلِحَّة أمام العلماء في عدم وجود إطار عمل يمكن الاعتماد عليه لفهم التأثيرات البشرية المتعدِّدة وكيفية عملها ضدَّ أو مع بعضها البعض في نظام بيئي مُعيَّن. لقد درسنا هذه التأثيرات فرديًا- والخطوة التالية هي تطوير نماذج لدراسة التأثيرات التفاعلية المركبة. ما نعرفه حتى الآن هو أن تؤدِّي الاضطرابات الناتجة عن الأنشطة البشرية عادةً إلى مفاجآت تآزُريَّة ومُضاعَفة وغير متوقَّعة، ليس مجرد نتائج بسيطة يمكن التنبؤ بها والاعتياد عليها(274). هذه المشاكل غير المتوقَّعَة لا تُبشِّر بالخير للمستقبل.

علاوة على ذلك، فإن النُّظُم البيئية التي تَضرَّرَت بالفعل أكثر عُرضَةً لمزيد من التهديدات، حيث تصبح الشبكات الغذائية مُبسَّطة؛ وبالتالي لديها هامِشٌ أقلُّ للتغيير. ولكن مرة أخرى، قد تُسبِّب الضغوطات البشرية المتعدِّدة مجموعةً متنوِّعةً من التأثيرات. على سبيل المثال، تؤدي كثافة النيتروچين إلى المزيد من الكائنات الحية محدودة النيتروچين، مثل النباتات العشبية أو الطحالب. لكن

الضغـوط الأخـرى، مثـل تغـيُّر المنـاخ أو نضـوب الكائنـات التـي تتغـذّى عليهـا (مـن خـلال الصيـد الجائـر، عـلى سـبيل المثـال)، سـيكون لهـا نتائـج غـير مُتَوقَّعـة: يمكـن أن يزيـد الاحـترار مـن تواتُـر وشِـدَّة المـرض، مـمَّا يؤثِّـر عـلى هـذا الإنتـاج للنباتـات العُشـبيَّة، والصيـد الجائـر سـيكون لـه نتائـج مختَلِفَـة بنـاءً عـلى مـا إذا كانـت المجموعـات المسـتنزفة هـي المفترسـات أو آكلات اللحـوم أو آكلات العشـب. هـذه القضايـا صعبـة بشـكل خـاصٍّ عندمـا يبقـى العِلـمُ داخـل الفصـل الـدراسي أو المختـبر ويتجاهـل العلـماءُ نِـداءَ چـان لـوي أجـاسي Jean Louis Agassiz الـذي يدعـو إلى "دراسـة الطبيعـة، وليـس الكتـب". إن البحـث النشـط القائـم عـلى الملاحظـة هـو الوحيـد القـادر عـلى بقـاء العِلـم عـلى صِلـةٍ وثيقـة بعالمنـا المتغـير(275).

منـذ أكـثر مـن أربعـة عقـود، جـادل چـون هولدريـن John Holdren وبـول إيرليـش Paul Ehrlich بـأن التدهـور البيئـي بـشريَّ المنشـأ ليـس مُشـكِلةً مَحليَّـةً يُمكِـن قَلبُهـا إلى العكـس، بـل هـي بالأحـرى قضيـة متصاعِـدة وواسـعة الانتشـار، وذات عواقـب غـير معروفـة وغـير قابلـة للإصـلاح بالنسـبة للإنسـانية(276). لسـوء الحـظ، لم يعـد بإمكاننـا أن نفعـل كـما ينصـح الملصـق الشـهير، "فَكِّـر عالميًّـا واعمَـلْ محليًّـا". لقـد أصبحـت مأسـاة الكومونـات الآن مأسـاةً عالميـة، وفقـط مـن خـلال تغيـير علاقتنـا بـالأرض بشـكل جَـذريٍّ، يمكننـا منـع المزيـد مـن التدمـير للتغذيـة المرتـدَّة الإيجابيـة التـي تجعـل الحيـاة عـلى هـذا الكوكـب مُمكِنَـة. هـذا يتطلـب إعـادة التفكـير في أنفسـنا وفي مـاذا نكـون.

كانـت جريتشـن ديـلي مـن جامعـة سـتانفورد رائـدة في منظـور خدمـات النظـام الإيكولوچـي، وتطبيـق هـذا المنظـور مـن خـلال مـشروع رأس المـال الطبيعـي، الـذي وفَّـر التفـاؤل الـضروري في ظـل هـذه الأزمـة. مـن خـلال تسـييل خدمـات النظـام البيئـي، يمكننـا تحفيـز كلٍّ مـن دوافعنـا المسـتمَدَّة مـن الجـين الأنـاني، ورغبتنـا في المحافظـة مـن خـلال تفضيـل التعـاون عـلى المنافسـة. مثلـما تكاتَفَـت الميكروبـات البدائيـة المتنافِسَـة لتشـكيل تكافـؤ الخلايـا حقيقيـة النـواة، وكـما خفَّـف التعـاون البـشري مـن المنافسـة لبـدء الثـورة الزراعيـة، يمكـن أن يسـاعد التقييـم المـالي لخدمـات النظـام الإيكولوچـي في تغيـير معادلـة التاريـخ الطبيعـي لصالـح التعـاون والمحافظـة. أدَّى هـذا النَّهـج، عـلى سـبيل المثـال، إلى إدراك مدينـة نيويـورك أن الحفـاظ عـلى مسـتجمعات الميـاه أرخـص مـن تنظيفهـا. مـن خـلال اعتـماد اسـتراتيچية تـمَّ اختبارهـا عـبر الزمـن للتَّغلُّـب

على المنافسة الفردية -في هذه الحالة، المنافسة المالية- من خلال التعاون، يمكن لهذا النهج المبتكر أن يمدَّ الجسر بين المشاكل والحلول العالمية والمحلية. من أجل الارتقاء بهذه الفكرة واتباع نهج حكومي من أعلى إلى أسفل، يعمل أكثر من مائتي مليون مسؤول حكومي ومواطن في الصين على برنامج إثبات المفهوم للمقاربات العملية التي تستهدف تعظيم امتصاص الكربون والتنوُّع البيولوجي والسيطرة على الفيضانات، والسيطرة على العواصف الرملية وتنقية المياه. على العكس من ذلك، هناك نهج أكثر شعبية، يبدأ على المستويين المحلي والإقليمي ويهدف إلى التوسُّع في المشروعات الوطنية، يحدث في مصبّات الأنهار في أمريكا الشمالية. في البداية، كانت استعادة تجمُّعات بلح البحر والبطلينوس والمحار التي تتغذّى بالترشيح في مصبّات الأنهار هذه رمزية إلى حدٍّ كبير. لكن مثل هذه الكائنات تقوم بترشيح وتنظيف مياه الشواطئ القريبة، وقد أدّت رؤية هذه الفوائد إلى توسيع هذه البرامج -بالإضافة إلى مشروعات استعادة الأعشاب البحرية والمستنقعات الملحية- ضمن مبادرات إقليمية وقومية. من الضروري الآن أكثر من أي وقت مضى تسليطُ الضوء على هذه المشروعات والثناء عليها لأنها تمثِّل الانتماءات والتحالُفات المستقبلية المُمكِنَة، والضرورية بالفعل لصِحَّة جنسنا البشري، بالإضافة إلى العديد من الأنواع الأخرى في جميع أنحاء الكوكب(277).

التَّطوُّر والمعلومات

يجدر بنا أن نتذكر مرة أخرى كيف أصبح عالمنا الحالي، من خلال نشأة الحياة وتنوُّعها، عندما أدَّى النشوء التكافلي إلى خلق ميكروبات التمثيل الضوئي والطحالب الخضراء المزرَقَّة، خلال مئات الملايين من السنين عندما مهَّدَت هذه الكائنات الطريق للغلاف الجوي الغني بالأكسجين الذي جعل الأيضَ التَّأكسُديَّ وخلق حياة مُعقَّدة مُمكِنًا، من خلال آليات ردود الفعل الإيجابية التي شكَّلَت تاريخ الحياة. هذه هي نفس الآليات التي تعمل كل يوم في أنظمتنا البيئية، وتُشكِّل التكافُلَ التعاوني الذي يدعِّم تَنوُّع الأنواع والمرونة البيئية. وهذه هي نفس الآليات التي نقوم بتدميرها.

لا يتوقف تدمير الموائل على مجرد إزالة غابة أو تلوُّث نهر: إن تدمير الموائل على نطاق واسع الذي نشارك فيه اليوم يتمثَّل في إعادة كتابة الشفرات الأساسية لوجود هذه الموائل ذاتها. لقد أصبحنا ندرك بشكل عام مدى الترابط والاعتماد المتبادل بين أشكال الحياة على هذا الكوكب في الوقت المناسب لنعاني من آلام القلاقل التي تَسبَّبنا فيها، وما زلنا، للنظام.

لكي نحافظ على الحضارة البشرية اندفعنا إلى الانخراط في مجموعة من العلاقات الضارَّة مع العالم الطبيعي، مثل استخدام المبيدات في الزراعة الحديثة. لقد أدى استخدام هذه المبيدات إلى الانخفاض في أعداد الطيور والنحل والخفافيش، الأمر الذي يُهدِّد نجاح النباتات التي تطوَّرَت جنبًا إلى جنب مع هذه الأنواع وتحتاجها للتلقيح. وقد أدَّى ذلك إلى ظهور خدمة التلقيح الصناعي، حيث يتمُّ نَقلُ النحل عبر القارات إلى حيث يحتاجون إليه؛ ممَّا يوفِّر خدمات التلقيح للمحاصيل التي فقَدَت شُرَكاءها التَّكافُليِّين الطبيعيين. ليس لدينا أي فكرة عن العواقب المنتظرة لانخفاض الملقِّحات وفقدانها على النُّظُم البيئية الطبيعية. يبدو أن تعطيل هذه التبادُلات تيمة موجودة في تاريخ البشرية منذ أن قتَلَ البشرُ لأول مرَّةٍ مُعظَمَ الحيوانات المفترسة الكبيرة والأنواع البشرية الأخرى. في القرن الماضي، أدَّى الصيد الصناعي في المحيط إلى القضاء بهدوء وسرعة على الحيوانات المفترسة البحرية الكبيرة من محيطات الكوكب لتتراجع إلى حوالى 10 بالمائة من الكتلة الحيوية لعصر ما قبل الصناعة، ومرة أخرى مع عواقب لا نعرفها حتى الآن(278).

بعبارة أخرى، أدَّى تطوُّر الإنسان العاقل إلى ظهور نوع قادر على اختطاف عمليات التطور وتحويل العالم لصالحه. لم نَعُد جُزءًا أو حتى ببساطة في قِمَّة شبكة الغذاء، ونحن قادرون على التغلُّب تكنولوچيًّا على العديد من قيود التاريخ الطبيعي الماضية- على الأقل في المدى القصير جدًّا. ولكن الضغط المستمر للانتخاب الطبيعي يعني أننا نظل مدفوعين للسيطرة، وهو الدافع الذي خفَّف منه، إلى حدٍّ ما، الذكاء البشري فقط. وبالتالي، فإن البشر يسكنون في موقع وجودي بين الحرية والقيود على عكس أي كائن حي آخر على هذا الكوكب. الآن بعد أن واجهنا قدرًا كبيرًا من محدودية الموارد، من النوع الذي كان تاريخيًّا مُحرِّضًا على العنف، بما في ذلك الحرب والإبادة الجماعية، يجب أن نتعامل وجهًا

لوجه مع ما يمكننا وما لا يمكننا فعله، حيث نعلم أن لدينا القدرة على التحكُّم وتغيير مسار الحضارة والحياة على كوكبنا(279).

تتميَّز التواريخ الطبيعية لجميع النباتات والحيوانات بانتظام بحدود وتحديات الموارد(280). في الأنظمة المغلَقَة، يأتي الرَّدُّ على هذه التحديات بيئيًّا من خلال تقليل عدد السكان أو حتى الانهيارات. جزيرة إيستر، على سبيل المثال، كانت نظامًا مُغلَقًا في الأساس تَحطَّم قبل أن يتمكَّن البشر من التكيُّف مع نقص موارده. في الأنظمة المفتوحة، تؤدي محدودية الموارد الأنواع إلى المغامرة بعيدًا للعثور على المزيد من الموارد، وتوسيع استخدام المورد، ودفع البيئة لتوفير المزيد منها، وكل ذلك للحفاظ على النمو السكاني. يمكن أن تكون ثورة الهلال الخصيب الزراعية مثالًا على النظام المفتوح، حيث تمَّ تطوير التكنولوچيا الزراعية وتصديرها إلى جميع أنحاء العالم. وحتى يومنا هذا، تُشكِّل التقنيات الزراعية العمودَ الفقري للزراعة العالمية، لكن النمو السكاني الذي دعَّمته أوصلنا بسرعة إلى فترة من محدوديَّة الموارد؛ ذلك أن الزيادة السكانية والعولمة حوَّلَت النظام المفتوح في السابق إلى نظام مغلق.

يعتقد بعض العلماء أن المرحلة التالية من الحضارة الإنسانية ستشمل شَراكَةً ثَوريَّةً جديدة: شراكة مع الذكاء الاصطناعي. يجادل يوڤال هراري Yuval Harari، في كتابه Sapiens: A Brief History of Human Kind (الكائن العاقل: تاريخ موجز للنوع البشري)، بأن هذا التطور المشتَرَك قد يساعدنا على الارتقاء فوق اعتمادنا الحالي على التاريخ الطبيعي(281). يمكن تقديم الحجج المقنعة بأن هذا هو الحال بالفعل، مع الاستشهاد بكثرة التليفونات الذكية، والاهتداء باستخدام تحديد المواقع (GPS) في سياراتنا كامتدادات وبدائل للذاكرة البشرية. قد نكون على طريقٍ يتعامل مع الذكاء الاصطناعي مثلما تَعامَل أسلافُنا مع الذئاب، حتى استطاعوا في النهاية تحويلَها إلى رُفقَةٍ تَبادُليَّة تساعد على تطوُّرنا. تمَّ التَّنبُّؤ بالفعل أنه بحلول عام 2020، سيكون لدى 90 بالمائة من البشر هواتف محمولة ؛ بعد نصف قرن فقط، تغيَّر البشر للاعتماد على هذه التكنولوچيا بطرق ثورية واسعة. كيف سيتفاعل الانتقاء الطبيعي مع هذا الاعتماد؟ هل سيفقد البشر، مثل أسماك الكهوف التي فقَدَت أعيُنَها غير الضرورية، بعضَ القدرات المعرفية

لأننـا أصبحنـا أقـلَّ اعتـمادًا عليهـا مـن أجـل البقـاء؟ كيـف سـيؤثِّر هـذا عـلى التحكُّم في عـدد السـكان، بالنظـر إلى أن الانتقـاء الطبيعـي يكافـئ الإنتـاج التناسـلي المرتفـع؟

في حـين أنـه مـن المسـتحيل الشَّـكُّ أو إنـكار أهمِّيَّـة التكنولوجيـا والـذكاء الاصطناعـي اليـوم، فإننـي لا أعتقـد أن مثـل هـذه التطـوُّرات التـي تُركِّـز عـلى الأدوات سـتدرأ المخـاوف البيئيـة التـي تواجهنـا بشـكل متزايـد، أو تضمـن للبشريـة اسـتقرارًا وصحـة جيـدة. مسـتقبل. ولـكي يحـدث ذلـك، يجـب أن يقـوم الـذكاء الاصطناعـي إمَّا بتحصـين البـشر المتكافلـين تجـاه مشـاكل تَوافُـر المـوارد والتدهـور البيئـي أو إيجـاد حلـول تعاونيـة لنفـس هـذه المشـكلات. مـن المحتمـل أن هـذا الخيـار الأخـير، الـذي قـد يكـون مُخيفًـا أكـثر، أن يتضمـن آليـات أندرويـد androids تكافُليَّـةً تَحـلُّ مَحـلَّ الهيمنـة البشريـة التـي تُمليهـا چيناتنـا الأنانيـة. عـلى أيـة حـال، يجـب أن نواجـه الدوافـع التطوُّريَّـة بداخلنـا، والتـي وَجَّهَـت حركاتنـا وتَطوُّرَنـا وتقنياتنـا وحروبنـا. يجـب علينـا ترويـض، والتَّحكُّـم، وتسـخير الچينـات الأنانيـة التـي كانـت مسـؤولةً عـن نجاحنـا كجنـس، ولكنهـا الآن تسـوق الجشـع داخلنـا. عـلى المسـتوى الأسـاسي، تكمـن آمـال البشريـة في القـدرة عـلى ضبـط شـبكة الأسـلاك الداخليـة في أجسـامنا، والتـي تنـزع للهيمنـة.

إذا لم يتـمَّ كَبْـتُ هـذا الضغـط الانتقـائي قصـيرِ النَّظَـر الـذي أدى إلى هيمنتنـا عـلى العـالم، فسـوف يـؤدِّي إلى كـوارث عالميـة: ينبغـي أن نعـود إلى جذورنـا التعاونيـة، وهـو تَحـوُّلٌ سيشـعر بأنـه غـير طبيعـي ومضـادٌّ للحَـدْس. في كل منعطـف رئيـسي في تاريـخ الأرض، خفَّـف التعـاونُ مـن الجمـود التنافُـسي، ولعـب التطـوُّرُ التعـاوني دورًا رائـدًا في منـح جنسـنا هيمنتـه. لكـن ذلـك حـدث بشـكل أعمـى، دون نظـرة إلى المسـتقبل. ينبغـي أن نعـود بقصـدٍ واعٍ إلى جذورنـا التكافُليَّـة والعلاقـات التبادُليَّـة التـي طوَّرناهـا، وأن نختـار عمـدًا العيـشَ والتَّطـوُّرَ مـع "الآخريـن"، سـواء كان هـؤلاء الآخـرون أُمَـمًا أو أسـاطير أو أنواعًـا أخـرى. مثـل هـذا التعـاون مـع السُّـكَّان الآخريـن عـلى كوكبنـا المشـترك هـو الطريقـة الوحيـدة التـي يمكننـا مـن خلالهـا تجنُّـب الوقـوع ضحايـا لنجاحنـا المتمركـز حـول الـذات.

الخاتمة

التاريخ الطبيعي للحضارات

عندما نَدرُس الحضارة من منظور التاريخ الطبيعي نعرف أن البشر ليسوا نوعًا فريدًا، بل هم بالأحرى نتاجُ نَفسِ العمليات المنظَّمة ذاتيًا والتنافُسيَّة والتعاونية التي خلقت، من خلال الانتخاب الطبيعي، كل أشكال الحياة على الأرض. الإنسان العاقل ليس استثناءً، وليس مُحصَّنًا من قواعد التاريخ الطبيعي، على الرغم من أن أدمغتنا الكبيرة -التي تُغذِّيها اللحوم المطبوخة، والصيد الجماعي، وتطوير الأدوات، واللغة، والتطوُّرُ المشترك مع النباتات والحيوانات الأخرى- قد خلقت هذا الوهم المتقن. لقد اقترحت أن الأصل التكافُليّ للحياة وقصة كيف أدَّت هذه اللَّبِنات الجزيئية الأولى إلى جزيئات ذاتية التكاثر، وخلايا مُعقَّدة، وكائنات متعددة الخلايا كانت مدفوعةً بطريقة حتمية بمبادئ التنظيم الذاتي والتكافل. نحن لم نُخلَق خِصِّيصًا لنصبح النوعَ الحاكم للكوكب كما كنا نظنُّ؛ على العكس، نحن ببساطة أحدث تكرار لنفس الآليات التكافلية التي صنعت الخلايا حقيقية النواة والزهور والضفادع والبكتيريا والحيتان الزرقاء.

يختـصُ جُـزءٌ مـن هـذه القصـة بالتوزيـع المـكاني للمجتمعـات البشريـة، الـذي يعكـس أنمـاط الاسـتيطان المتكـررة والمُتوقَّعـة للأنـواع الأخـرى، وكلهـا مُرتَّبـة وفقًـا لنفـس القواعـد العامـة للتنظيـم الـذاتي. لقـد حـدَّدَت هـذه القواعِـدُ الأماكِـنَ التـي تطـوَّرَت فيهـا الحضـارات جُغرافيًـا، وكذلـك كيفيـة تنظيمهـا بشـكل هَرَمـيٍّ وبِمَبعَـدةٍ عـن المجموعـات المنافسـة الأخـرى. أتقـن أسـلافُنا البشريُّـون تسـخيرَ هـذه الأنمـاط الحتميـة؛ ممَّا أدَّى لضمان نجاحهم المبكِّـر، تمامًا مثلـما أدَّت قُوانـا المعرفيـة ومهاراتنا التنظيميـة وقدرتنـا عـلى التعـاون إلى جعـل التقـدُّم والاكتشـافات التكنولوجيـة مُمكِنَـةً. هـذه العمليـة مَكَّنَتنـا مـن الثـورات الزراعيـة، والحضـارة، والنمـو السـكاني، والصناعـة، وعـالم متغـير بالكامـل. ومـع ذلـك، فقـد رأينـا بالمثـل أنـه مـع صعودنـا للخـروج مـن السلسـلة الغذائيـة، اسـتمر التطـور والعـالم الطبيعـي في مواكبـة التطـور: أدى توسُّـع المسـتوطنات البشريـة إلى ظهـور الأمـراض والمجاعـات في سـباق التسـلُّح التطـوري الدائـم، والـذي قوبِلَـت فيـه الدفاعـات المتطـوِّرة بخطـوط هجـوم جديـدة في الجانـب المقابـل.

في نفـس الوقـت، شـدَّدَت عـلى الأهميـة الرئيسـية للتبـادُل والتَّكافُـل. لطالما كُنَّـا عميـان لا نـرى مـدى الترابـط بـين بيئاتنـا والعـالم، حتـى عندمـا خلقـت هـذه العلاقـات نوعَنـا المهيمـن. منـذ أيامنـا الأولى كقانِصـين وجامِعـين ماهريـن، إلى اسـتخدام القواقـع وديـدان القـزِّ للحصـول عـلى مـوارد الرفاهيـة، وإلى اكتشـاف الغـاز الطبيعـي، كنَّـا ننمـو ونتطـور جنبًـا إلى جنـب العـالم غـير العضـوي والعضـوي. في هـذه القصـة عـن عـالم متَّصِـل، ظهـرت الحضـارة الإنسـانية عندمـا انتـصرت الدوافـع التكافليـة والتعاونيـة عـلى الدوافـع الفرديـة والأنانيـة.

لسـوء الحـظ، مـع نمـو التكنولوجيـا البشريـة، انتـشرت الحضـارة، وازداد عـدد السـكان، وكذلـك قدرتنـا عـلى قلـب شـبكة الحيـاة المترابطـة عـلى هـذا الكوكـب. لقـد انتـشر تدمـير الموائـل وتسـارَعَ، ودخلنـا عـصرًا جيولوجيًـا جديـدًا تمامًـا، عـصر الأنثروبوسـين، نتيجـة أنشـطتنا التدميريـة غـير المسـبوقة عـلى هـذا الكوكـب. إن الآتي مـن محدوديـة المـوارد واضطرابـات البيئـة التـي مـا زلنـا نعتمـد عليهـا، مهـما كانـت بَراعَتُنـا التكنولوجيـة، لـن تـؤدِّي إلَّا إلى تسريـع الصراعـات والعنـف الـذي ميَّـز التاريـخ البـشري حتـى الآن. في حـين أن مصيرنـا ليـس مكتوبًـا على الحجـر، إلا أن هنـاك تحديـات رهيبـة أمامنـا. لقـد أوجـزت بالفعـل بعـض التحديـات الماديـة اليـوم وكيـف ينبغـي

مواجهتها إذا خطّطنا لبقاء أحفادنا على قيد الحياة. ولكن التحديات الأيديولوچية لا تَقِلُّ أهمية، ولا سيما مقاومة البشر للتغيير، أو القصور الذاتي.

مَشكِلَة القُصور الذّاتي

منذ جهودنا الأولى لفهم العالم، ارتبط العِلمُ والتّعلُّم بالسُّلطة والسياسة، سواء من خلال الدعم أو تقويض هذه الصلاحيات. التقنيات المبكّرة -مثل الكتابة والرياضيات- اعتُبِرَت أسرارًا وضعتها الطبقة الحاكمة تحت حمايتها، تمامًا كما منعت الكنيسة الكاثوليكية ترجمة الكتاب المقدّس إلى اللغات المحلية حتى الإصلاح[1]. وهذا يعني أن المعرفة يمكن أن تكون قويّةً وخطيرة، خاصة إذا كانت المعرفة الجديدة تُقدِّم منظورًا مختلفًا للنظام القائم. والحق أن مجالات مثل العلوم والتعليم هي بحُكم طبيعتها مجالاتٌ مُراجَعَة، وعُرضة للخطأ، وذات حركة إلى الأمام: يمكن أن تكون التجربة الفاشلة بنفس أهمية التجربة الناجحة، والأهم من ذلك هو الاستمرار في التجريب، والاستمرار في التساؤل. ومع ذلك، فإن الحكومات والحكام والميثولوچيات الثقافية محافِظَة بشكل ملحوظ (بالمعنى الحرفي للمصطلح): لقد خدمتهم التَّراتُبيّات والأنظمة الهرمية بشكل جيد، وإذا كانت المعرفة الجديدة تُهدِّد هذا النظام، فسوف يسعون جاهدين لمنع أو إخفاء تلك المعرفة بدلًا من المخاطرة بفقدان مواقعهم في السُّلطة والثروة والسيطرة.

هذا هو أحد العوامل التي تمنع هذا النوع من التغييرات التي قد تنصح بها العلوم لاستمرار ازدهار البشرية. لقد رأينا قوتها: التصوُّر الديني للأرض كمركزٍ للكون، على سبيل المثال، وقف كوبرنيكوس في عام 1512 مُتحدِّيًا لهذا التصوُّر. واختبر جاليليو هذه الفرضية، ودعَّمَت بياناته النظريَّةَ القائلة بأن الأرض تدور حول الشمس. لكن النتائج التي توصَّل إليها دفعته إلى السجن والإقامة الجبرية؛ لأنها خالَفَت الاعتقاد بأن العالم خُلِق خِصِّيصًا على هذا النحو، وبهذا فلا بُدَّ أن يكون مركزَ الكون. وبالمثل، كان الاعتقاد بأن الأرض مُسطَّحة سائدًا على نحوٍ

---

(1) كان الإصلاح حركةً كبرى في المسيحية الغربية في القرن السادس عشر بأوروبا، وكان ضمن هذه الحركة انفصال الكنيسة الإنجليزية عن الكنيسة الكاثوليكية وعن سُلطة البابا على وجه الخصوص، كما كان ذلك في سياق حركة الإصلاح البروتستني. [المترجمة]

مُماثِل في العالم القديم (على الرغم من أن فيثاغورس اقترح لأوَّل مرَّة أنها كانت كروية في القرن السادس قبل الميلاد).

في الآونة الأخيرة، أحدثت نظرية جرثوميَّة المرض (germ theory of disease) عند روبرت كوخ Robert Koch ثورةً في الطب الحديث، في الوقت الذي وُصِفَت فيه الميكروبات بأنها كائنات سلبية وخطيرة. لقد رأينا مرارًا وتكرارًا كيف أن أقدم شركائنا في التطوُّر هي الميكروبات التي تعيش داخلنا، وتعمل كدروع وقائية ضد الأمراض. إنها تعمل بالتنسيق مع خلايانا لدفع عملية التمثيل الغذائي والعمليات الجسدية، وهي ضرورية لصِحَّتنا. ومع ذلك، منذ ظهور نظرية الجراثيم، كان إعادة تقييمنا لماهية الميكروبات وما تفعله لنا بطيئًا. تميل الأفكار القديمة التي عفا عليها الزمن إلى الارتباط بنا ويصعب التخلُّص منها- ولكن يجب أن نستمر في التعلُّم إذا أردنا أن نتبنَّى منظورًا أكثر شمولية وفائدة تجاه العالم من حولنا، وتجاه علاقتنا بهذا العالم.

إن التَّغلُّب على جمودنا لفهم القوى الكامنة والقوية التي تُحرِّك الحياة هو الاختراق الأيديولوجي التالي الذي يجب أن نُحقِّقه من أجل البقاء. ستدفعنا چيناتنا كما دفعت أسلافنا عبر التاريخ نحو الاستغلال المفرط للموارد والعلاقات التنافسية مع المجتمعات وداخلها وبين الكائنات الحية الأخرى. فعلى أية حال، الچينات الأنانية هي جوهر الحياة والقوة الدافعة لها: بدون أن يعمل الانتقاء الطبيعي من جيل لآخر على أساس التباين الوراثي الفردي، لما وُجدت الحياة والتنوع البيولوچي. في فجر الحياة، مايَزَ الانتقاء الطبيعي بين اللياقة الميكروبية تمامًا كما يعمل اليوم على إخضاع هجمات الجراثيم المسبِّبة للأمراض على جميع الكائنات الحية، بما في ذلك البشر. يمكن القول إن البشر هم المُنتَج الأكثر تأثيرًا الذي أنتجه الانتقاء الطبيعي على الإطلاق (على الرغم من إمكانية تقديم حجَّة قوية للميكروبات أيضًا). ولكن نظرًا لأن تأثيرات السلوك البشري تهدِّد الحياة على الأرض من خلال تدمير الموائل والاستغلال المفرط، ومن خلال تمزيق النسيج التعاوني لحياة التعايُش المشترك على الكوكب، علينا أن ندرك أن چيناتنا الأنانية أصبحت عدوَّنا. هل يمكننا ضبط والتحكُّم في أبسط وأقوى قوى الحياة التي شهدتها الأرض على الإطلاق، والتي تمَّت مكافأتها وتعزيزها بالهيمنة على العالم

بـأسْرِه؟ هـل يمكننـا التفـوُّق عـلى أحـكام وقواعـد الانتقـاء الطبيعـي وأن تكـون لدينـا البصـيرة لإنقـاذ العـالم مـن الدمـار بفعـل چيناتنـا الأنانيـة؟

للقيـام بذلـك، علينـا تسـخير هيمنتنـا المعرفيـة وتحويلهـا نحـو حلـول تعاونيـة موجَّهـة نحـو المسـتقبل لتجنُّـب تدمـير الـذات، والتعبئـة الفعَّالـة وتسـخير التبادليـات مـن حولنـا. لقـد كان التعـاون هـو الحافـز والقـوة الدافعـة لجميـع نقـاط التحـول التطوريـة الرئيسـية في تاريـخ الحيـاة عـلى الأرض، بـدءًا مـن الأصـل التعايُـشي الداخـلي للخلايـا حقيقيـة النـواة. إن التعـاون هـو الـذي واجـه وأنهـى الفـوضى المتصاعـدة، والتعـاون هـو الـذي أدَّى إلى تحسـين الموائـل وجعـل تنـوُّع الحيـاة الـذي نعيشـه اليـوم مُمكنًـا. ولا يـزال التعـاون في التطـور قـوَّةً عميـاء أخـرى والمزايـا التـي تُفضِّلهـا المجموعـة لا تـزال مُلزَمـةً بقواعـد واتجاهـات الانتخـاب الطبيعـي. ولكـن إذا اعتنينـا بتوظيـف وحمايـة العلاقـات التعاونيـة الحاليـة عـلى هـذا الكوكـب، وشـجَّعنا علاقـات تعاونيـة جديـدة؛ يمكننـا مسـاعدة جنسـنا البـشري عـلى الازدهـار، بـدلًا مـن الانهيـار، في السـنوات المقبلـة.

كـما جادَلـتُ خـلال هـذا الكتـاب، فـإن هـذا النـوع مـن التعـاون ونواتجـه، التكاثُر التكافـلي، قـد حـدث مـن قبـل أن أزالـت التهديـدات التـي تُشـكِّلها الچينـات الأنانيـة. كانـت الثـورات الزراعيـة التـي انتـشرت في جميـع أنحـاء العـالم نتيجـة للتفاعُـلات التعاونيـة والتكافُـل بـين البـشر مـن العـصر الحجـري القديـم ومجموعـة غـير عشـوائية مـن النباتـات والحيوانـات التـي اسـتفادت جميعهـا مـن ردود الفعـل الإيجابيـة التآزُريَّـة. لكـن هـذا حـدث دون بصـيرة ونظـرة ثاقبـة، وإنمـا بنـاء عـلى الانتخـاب جيـلًا بعـد جيـل لتحقيـق المنفعـة المتبادَلَـة. إن معالجـة انهيـار خدمـات النظـام الإيكولوچـي وأوجـه التكافـؤ التـي تطـوَّرَت لربـط النُّظُـم والثقافـات الطبيعيـة معًـا سـوف تتطلَّـب البصـيرة لتغطيـة النقـاط العميـاء الهائلـة للتطـوُّر. هـذا يعنـي أن حـل مشـاكلنا الأكـثر إلحاحًـا يقـع خـارج مجـال الانتقـاء الطبيعـي البسـيط.

إذا لم نتمكَّـن مـن التغلُّـب عـلى هيمنـة الچين الأنـاني، فإن مشـاكلنا العالميـة -النمو السـكاني، والاحتبـاس الحـراري، ومحدوديـة المـوارد التـي تـؤدِّي إلى القوميـة والقَبَليَّـة، والتـي بدورهـا تُهـدِّد الحضـارة- سـتصبح قاتِلـةً، وستُسْـلِم الكوكـب إلى الميكروبـات بحيـث قـد تَـرِثُ تلـك الكائنـات الحليمـةُ الأرضَ حقًّـا. احتـمالٌ آخـر، اقترحـه المـؤرِّخ

الإسرائيلي يوفال هراري وآخرون، من شأنه أن يوسّع عمليات وتقدُّم التطور حتى تخرج من عالم الحياة نفسه. قد يؤدي إبداع البشر ذوي العقول الكبيرة، غير المقيَّد بالرؤية قصيرة النظر للانتخاب الطبيعي، إلى استنساخ ذكاءٍ اصطناعي ذاتيّ التكرار يتميَّز بكلٍّ من الإدراك المتأخِّر والاستبصار، وبالتالي لا يعوقه عجزُ التطور عن التخطيط للمستقبل. في هذا السيناريو، يمكن استبدال الإبداع البشري، المُصمَّم من خلال الثورة المعرفية، بما خلقه هذا الإبداع نفسه: الذكاء الاصطناعي. تجري هذه العملية التطورية على قدم وساق حيث أصبحنا نعتمد أكثر فأكثر على التكنولوجيا الذكية في هواتفنا ومنازلنا ومصانعنا لاتخاذ قراراتنا اليومية، وتخزين واستبدال ذاكرتنا، وإنفاق أموالنا، وبناء منتجاتنا مع ذكاء اصطناعي من تصميم الإنسان، لكنه غير أناني- ذكاء يفتقر إلى الدوافع الأنانية القاتِلَة والمدمِّرة في نهاية المطاف للبقاء والتكاثُر.

مُقارَنة المُفترِسات والكَواكِب

في سنوات العقد 1960، أظهر عالِمُ البيئة الراحل روبرت باين Robert Paine من جامعة واشنطن تجريبيًّا أنه في الموائل الصخرية المعرَّضة للأمواج في جزيرة تاتوش، قُبالة الساحل الشمالي الغربي لولاية واشنطن، كانت نجمة البحر الأرجوانية الشائعة تقوم بدورٍ هامٍّ كمُفترِس. بعبارة أخرى، كانت مسؤولةً إلى حدٍّ كبير عن التنظيم المجتمعي للأنواع، وتنوُّعِ الأنواع، في هذه الموائل. لقد كانت فكرةً جَذَّابة، لكنها، في البداية، لم يَتمّ تَبنِّيها على نطاق واسع وملاحَظتُها استقرائيًّا في الموائل الأخرى لأن باين كان بإمكانه التعميم فقط من النتائج التي تَوصَّل إليها في موقعٍ واحد- لم يتم استنساخ النتائج التي تَوصَّل إليها خارج الساحل المفتوح لواشنطن. في ذلك الوقت، ساد الاعتقاد على نطاق واسع بين علماء البيئة بأن القيود المادية وتَوافُر الموارد مُنظِّمة ومُهَيْكِلَة للمجتمعات الطبيعية. لكن هذه الأفكار كانت مَبنيَّةً بالكامل على العلاقات التبادلية. ماذا لو كانت شواطئ تاتوش ذات بنية مختلفة عن الموائل الأخرى؟ ماذا لو كان خطو باين على تاتوش قد ولَّد نتائجه وليس افتراس نجمة البحر لبلح البحر في أحواضه؟ تتطلَّب رؤية باين أكثر من العلاقات التبادُليَّة؛ تطلَّبَت تكرار التجارب. العلم بطيء، وأحيانًا بطيء جدًّا، ولكن خلال العقود القليلة التالية، احتلَّت الحيوانات

المفترسة الرئيسية مثل ثعالب البحر وأسماك القرش وأسود الجبال والذئاب مركزَ الصدارة: لقد أثبتت مرارًا وتكرارًا أهميتها بشكل غير متناسب لتشكيل هياكل وعمليات النظام البيئي. تشير هذه الفكرة المقبولة على نطاق واسع الآن إلى أن المفترسات الرئيسية، تلك التي تؤثِّر على المجتمعات التي تعيش فيها بشكل غير متناسب مع أعدادها، لها تأثيراتٌ "تَغذَويَّة" قوية أو تنظيمية تُحدِّد طول سلاسل الغذاء وتعقيد الشبكات الغذائية.

عند دراسة التاريخ الطبيعي للحضارة، لا بُدَّ أن نعترف بمحدوديتنا، لأننا نفتقر أيضًا إلى القدرة على تكرار اكتشافاتنا أو إجراء اختبارات مستقِلَّة. هذا يجعل من الصعب إثبات فعالية وضرورة العلاقات التكافُليَّة على مستوى جايا، الأرض الأم(1). فعلى أية حال، التاريخ الطبيعي هو في الأساس علم الملاحظة والمقارنة. نتعلَّم عن الموائل والكائنات الحية وعلاقاتها المتبادَلَة من خلال الذهاب إلى العالم ودراسة الأنماط والأنشطة التي نراها أمامنا. ونقارن هذه النتائج عبر الموائل المماثِلَة، وعبر الفترات الزمنية، ونكتشف المبادئ التي تعمل على ربط الكائنات معًا. فضلًا عن ذلك، فإن فحص الحضارة من خلال عدسة التاريخ الطبيعي يشير إلى أن الحضارة ليست مجرَّدَ صُدفَة، بل هي مصير تطوُّريٌّ. كانت الفَرضيَّة الجارية لهذا الكتاب أن الفوائد الجماعية دفعت جميع تطوُّرات الحياة، من الخلايا حقيقيات النوى، إلى الاعتماد المتبادَل الذي قامت عليه الزراعة والحضارة، وأن هذه الفوائد الجماعية تعمل على نزع فتيل تراكُم العواقب السلبية للچينات الأنانية. كيف يمكن اختبار هذه الفرضية؟ ما هي التواريخ الأخرى للحياة نفسها، وما هي الموضوعات الحضارية الأخرى التي يمكن أن نقارن بها نظرياتنا الكبرى وملاحظاتنا؟

الإجابة في السماء- أو بالأحرى تجاوَزَت السماوات. إن أحد الاختراقات الرئيسية التالية للتاريخ الطبيعي ولقُدرَتِنا على أن نفهم على نحوٍ كامل ماضي الحضارة وحاضرها ومستقبلها، سوف يتطلَّب اكتشاف الحياة على الكواكب الأخرى. إن فكرة أن كوكبنا فريدٌ من نوعه في تطوُّر الحياة بشكل عام، والحياة الذكية على وجه الخصوص، هي فكرة مثيرة للسخرية اليوم، مثلما كان الاعتقاد في العصور

(1) جايا Gaia: الأرض الأم في الميثولوچيا الإغريقية. [المترجمة]

الوسطى بأن الأرض مُسطَّحة وأن الشمس هي مركز الكون. بالنظر إلى الاحتمالات العَدَديَّة وحدها، من المحتَمَل أن تكون الحياة، التي تتميَّز بالتاريخ الطبيعي للتطوُّر، شائِعةً في الكون. مفارقة فيرمي، التي سُمِّيَت على اسم الفيزيائي الإيطالي الحائز على جائزة نوبل، هي التناقُض بين العدد الفلكي الكبير من الكواكب في الكون وعدم وجود دليل على وجود حياة ذكية خارج كوكب الأرض؛ مما يعني أنها لا بُدَّ أن تكون موجودة. فأين الجميع؟

نظرًا لتقدُّمنا التكنولوجي، من المُرجَّح بشكل متزايد أن يتمَّ العثور على علامات الحياة في غضون القرن المقبل، في حياة أطفالنا. في الوقت الحالي، تمَّ العثور فقط على دستة من الكواكب التي يُحتَمَل أن تكون صالِحةً لسُكنى البشر في مجرَّة درب التبَّانة، لكن التقديرات تشير إلى أن الكون يعجُّ بالمجرَّات الأخرى القادرة على دعم الحياة. قد تحتوي مجرَّة درب التبانة وحدها ثمانين مليار كوكب قابل للحياة فيه، وقد يكون للكون ككل ترتيبات أكبر من ذلك من حيث الحجم(282). والعثور على هذه الكوكب والحياة عليها مسألة أساسية للوصول إلى فهم كامل لبعض العناصر الحاسمة للتاريخ الطبيعي للحياة، مثل كيف بالضبط حدث أن تحوَّلَت البيئة غير العضوية إلى الحياة العضوية، ومدى دِقَّة وعمومية فرضية جايا (جايا، نوقشت في الفصل الأول)، وإذا كانت الحضارات تتبع نفس الاتجاهات العامة التي لا هوادة فيها التي رأيناها على الأرض: أي، هل تتطوَّر على نحوٍ يُمكِن التَّنبُّؤ به بناء على مبادئ التنظيم الذاتي، والتكافُل، والتنظيم التراتبي الهرمي، والانتقاء الطبيعي. أصبح العثور على الكواكب الأخرى الحاملة للحياة ودراستها عنصرًا ضروريًّا في مقارنة وفهم أنظمة الحياة على كوكب الأرض. لقد قادت العناصر ذاتية المنشأ، والتكاثُر الذاتي، والتكافُل المُتبادَل لبداياتنا التي أدَّت لظهور حياة ذكية، وعلاقة تلك الحياة السلبية المتزايدة مع العالم من حولها، ستصبح فرضيَّاتٍ قابِلةً للاختبار قد تُعلِّمنا أيضًا كيفية التعامل مع احتمالية الوجود الضمني داخلنا لاتجاهات النمو والانهيار.

هل عملية الحياة ومسيرتها على كوكب مُعيَّن هي عملية دَوريَّة؟ هل الحياة تتطور وتنتظم وتصبح مُعقَّدة وتصبح ذكية، وتنهار بعد استغلال الموارد والصراع؟ أو هل يمكن لمزيج من التكنولوچيا والتعاون والإيثار أن يُغيِّر في النهاية سمات وخيارات الأنواع القادرة على إعادة تشكيل چيناتها الأنانية؟ هل كائنات

الذكاء الصناعي المتَّسِمَة بنُكران الذات والتي تتمتَّع ببصيرةٍ سوف تحلُّ مَحلَّنا على الأرض كحُكَّامٍ مُصمَّمين بشكل مثالي؟ هل من المتوقَّع أن تؤدي تفاعلات المستهلك التي تُحرِّكها الجينات الأنانية إلى سباقاتِ تَسلُّحٍ تَطوُّرِيَّة، وكيمياء دفاعية إنثوجينية، وأساطير بدأتها الهلوسة، والإدمان الكيميائي؟

أثناء استكشاف كواكب أخرى، قد نجد أن الحياة الميكروبية شائِعةً في جميع أنحاء الكون، وتتطوَّر بسهولة نسبيًا، لكننا نتعلَّم أن تَطوُّر الميكروبات البسيطة إلى كائنات حية مُعقَّدة أمرٌ نادر للغاية. هل سيكون تدهور الموائل العالمية كافيًا لتحفيز التعاون البشري لحل مشاكلنا الكوكبية، أم أن غزو كوكبنا من قبل كائنات من خارجه سيكون ضروريًا لإثارة الإيثار البشري العالمي؟ أو قد نجد أن كائنات الذكاء الاصطناعي تُطوِّر المنافسة والأنانية، وتُجدِّد المعركة من أجل بقاء الحياة المُعقَّدة. بغَضِّ النظر، هناك الكثير لنتعلَّمه، وهناك العديد من الفجوات التي نحتاج لملئها، من خلال مقارنة الاختلافات في التاريخ الطبيعي وتطوُّر الحياة عبر الكواكب. إذا عاشت البشرية لرؤية هذا يحدث، فسيكون العلم وليست الأساطير المريحة والمهدِّئة هي التي تُعلِّمنا الإجابات على بعض أقدم أسئلتنا، مثل "ما هي الحياة؟ من أين أتينا؟" وربما أكثرها إلحاحًا: ماذا ينبغي أن نفعل بعد ذلك؟

الهوامش

المقدّمة

1) Hutchinson, Ecological Theater
2) Johnston, Niles, and Rohwer, "Hermon Bumpus and Natural Selection."
3) Grant and Grant, "Unpredictable Evolution."
4) Wynne-Edwards, Animal Dispersion.
5) Wilson, Genesis; Christakis, Blueprint
6) Vermeij, Biogeography and Adaptation
7) Kimura, Neutral Theory of Molecular Genetics; Hubbell, Unified Neutral Theory; Heisenberg, "Uber den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik and Mechanik"

الفصل الأول: حَياةٌ تَعاوُنيّة

8) Lyell, Principles of Geology; Hutton, System of the Earthy 178$; Amelin, Krot, Hutcheon, and Ulyanov, "Lead Isotopic Ages"; Bond et al., "Star in the Solar Neighborhood."
9) Lemaître, "Un universe homogene"; Hubble, "A Relation between Distance and Radial Velocity."
10) See Ali and Das, "Cosmology from Quantum Potential."
من المهمُ أيضًا لاكتشاف تَوسُّع الكون مُجرَّد ضخامته الهائلة، وما يصاحبها من احتمالية تطوُّر الحياة على كواكب أخرى غير الأرض. وسيكون هذا موضوعًا مركزيًا في خاتمة الكتاب.
11) Melosh, "Rocky Road to Panspermia."
12) Cody et al., "Primordial Carbonylated Iron-Sulfur Compounds."
13) Lane, Life Ascending.
14) Margulis, who married the astrophysicist Carl Sagan, died in 2011.
15) Margulis, "Symbiogenesis"; Sagan, Lynn Margulis.
16) Sagan, Lynn Margulis.
كانت ردود الفِعل هذه على نظرية مارجوليس في حدِّ ذاتها غيرَ عادلة لداروين، الذي أمضى عقودًا في دراسة دور ديدان الأرض في هندسة التُّربة، قبل قرن كامل من الاعتراف بديدان الأرض "كفلّاحين" للتربة ذوي أهمية بالغة، وكشُركاء مع الزهور في علاقة اعتمادٍ مُتبادَل. لقد كان تلاميذ داروين بما لهم من حماسٍ مُفرِط، والجمهور العام، هم الذين بالغوا في أهمية المنافسة والافتراس وليس داروين نفسه: لقد فهم داروين دَورَ التفاعُلات وردود الفعل الإيجابية في التطور، لكنه ببساطة لم يَعِش طويلًا بما يكفي لتجميعها في نظريّته.
17) Barzun, From. Dawn to Decadence.
18) Dayton, "Experimental Evaluation of Ecological Dominance."
19) Crotty and Angelini, manuscript in review.
20) Maturana and Varela, Autopoiesis and Cognition, 41-47; Buss, Evolution of

Individuality.
21) Simon, "Architecture of Complexity"; Wagner, "Homologues."
22) Janzen, "Coevolution of Mutualism"; Ehrlich and Raven, "Butterflies and Plants"; Connell and Slatyer, "Mechanisms of Succession"; Schoener, "Field Experiments on Interspecific Competition."
23) Wilson and Agnew, "Positive-Feedback Switches"; Ellison et al., "Loss of Foundation Species"; Knowlton and Jackson, "Ecology of Coral Reefs."
24) Li et al., "Symbiotic Gut Microbes"; Koskella, Hall, and Metcalf, "Micro-biome beyond the Horizon."
25) Gill et al., "Metagenomic Analysis"; Ley, Peterson, and Gordon, "Ecological and Evolutionary Forces"; Dethlefsen, McFall-Ngai, and Relman, "Ecological and Evolutionary Perspective"; Nicholson et al., "Host-Gut Microbiota."
26) Gill et al., "Metagenomic Analysis"; Bollinger et al., "Biofilms."
27) Frank et al., "Molecular-Phylogenetic Characterization"; Marteau et al., "Protection from Gastrointestinal Diseases."
28) Gill et al., "Metagenomic Analysis"; Whitman, "Song of Myself."

29) Susman, "Fossil Evidence."
30) Spoor et al., "Implications of New Early Homo Fossils."
31) Leonard and Robertson, "Rethinking the Energetics of Bipedality"; Domínguez-Rodrigo, Pickering, and Bunn, "Configurational Approach."
32) Bramble and Lieberman, "Endurance Running"; Jablonski, "Naked Truth"; Roach et al., "Elastic Energy Storage."
33) Wrangham, Catching Fire.
34) Koebnick et al., "Consequences of a Long-Term Raw Food Diet"; Chan and Mantzoros, "Role of Leptin."
35) Barnosky et al., "Has the Earth's Sixth Mass Extinction Already Arrived?"
36) Wong, "Rise of the Human Predator"; Mourre, "Villa, and Henshilwood, "Early Use of Pressure Flaking"; d'Errico et al., "Early Evidence."
37) Ambrose, "Paleolithic Technology"; Sherby and Wadsworth, "Ancient Blacksmiths"; Henshilwood et al., "100,000-Year-Old Ochre-Processing Workshop"; Cavalli-Sforza, Luca, and Feldman, "Application of Molecular Genetic Approaches"; Hung et al., "Ancient Jades"; Craig et al., "Mac-usani Obsidian."
38) Wrangham, Catching Fire; Botha and Knight, Cradle of Language; Mourre, "Villa, and Henshilwood, "Early Use of Pressure Flaking"; Jacobs et al., "Ages for the Middle Stone Age of Southern Africa"; Henshilwood et al., "Middle Stone Age Shell

Beads"; Henshilwood et al., "Emergence of Modern Human Behavior."
39) Gray and Jordon, "Language Trees"; Gray and Atkinson, "Language-Tree Divergence Times"; Pagel et al., "Ultraconserved Words."
40) Atkinson, "Phonemic Diversity."
41) D'Anastasio et al., "Micro-Biomechanics of the Kebara 2 Hyoid"; Martinez et al., "Human Hyoid Bones."
42) Vargha-Khadem et al., "Neural Basis"; Vargha-Khadem et al., "Praxic and Nonverbal Cognitive Deficits"; Enard et al., "Molecular Evolution of FOXP2"; Fisher and Marcus, "Eloquent Ape."
43) Pagel et al., "Ultraconserved Words"; Pagel, "Human Language"; Gray and Jordan, "Language Trees"; Gray and Atkinson, "Language-Tree Divergence Times."
44) Kittler, Kayser, and Stoneking, "Molecular Evolution"; Rogers, litis, and Wooding, "Genetic Variation"; Tbups et al., "Origin of Clothing Lice"; Tattersall, Encyclopedia of Human Evolution and Prehistory; Shea and Sisk, "Complex Projectile Technology"; Goebel, Waters, and O'Rourke, "Late Pleistocene Dispersal"; Hublin, "Earliest Modern Human Colonization of Europe"; Liu et al., "Earliest Unequivocally Modern Humans in Southern China"; Erlandson et al., "Kelp Highway Hypothesis."
45) Liu et al., "Earliest Unequivocally Modern Humans in Southern China"; Storey et al., "Radiocarbon and DNA Evidence"; Thorsby, "Polynesian Gene Pool."
46) Hershkovitz et al., "Levantine Cranium from Manot Cave"; Sankarara-man et al., "Date of Interbreeding"; Hortolà and Martínez-Navarro, "Quaternary Megafaunal Extinction"; Smith, Janković, and Karavanić, "Assimilation Model"; Zimmer, "Human Family Tree Bristles"; Villmoare et al., "Early Homo"; Winterhalder, Smith, and American Anthropological Association, Hunter-Gatherer Foraging Strategies.
47) Underdown and Houldcroft, "Neanderthal Genomics"; Pinker, Better Angels.
48) Mittelbach, Community Ecology; Diamond, Guns, Germs, and Steel.
49) Cooper et al., "Abrupt Warming Events"; Gibbons, "Revolution"; Hewitt, "Genetic Legacy."
50) Freedman et al., "Genome Sequencing"; Thalmann et al., "Complete Mitochondrial Genomes."
51) Shipman, Invaders.
52) Gould, Ontogeny and Phylogeny.
53) Martin, Twilight of the Mammoths; Firestone et al., "Evidence for an Extraterrestrial Impact"; Sandom et al., "Global Late Quaternary Mega-fauna Extinctions."
54) Miller et al., "Ecosystem Collapse."
55) Burney and Flannery, "Fifty Millennia"; Steadman, "Prehistoric Extinctions";

Duncan, Boyer, and Blackburn, "Magnitude and Variation of Prehistoric Bird Extinctions"; Blackburn et al., "Avian Extinction."

56) Berna et al., "Microstratigraphic Evidence"; Mithen, After the Ice; Despriée et al., "Lower and Middle Pleistocene Human Settlements."
57) Gause, "Experimental Analysis"; Paine, "Food Web Complexity"; Mittelbach, Community Ecology.
58) Lee and Daly, Cambridge Encyclopedia of Hunters and Gatherers.
59) Keeley and Zedler, "Evolution of Life Histories in Pinus"; Schwilk and Ackerly, "Flammability and Serotiny as Strategies"; Schwilk, "Flammabil-ity Is a Niche Construction Trait:"; Bond and Keeley, "Fire as a Global 'Herbivore' "; Van Langevelde et al., "Effects of Fire and Herbivory"; Gashaw and Michelsen, "Influence of Heat Shock."
60) Paine, "Food Web Complexity"; Belsky, "Does Herbivory Benefit Plants?"; Bertness et al., "Consumer-Controlled Community States"; Yibarbuk et al., "Fire Ecology."
61) Ehrlich and Raven, "Butterflies and Plants"; Darwin, On the Origin of Species.
62) Purugganan and Fuller, "Nature of Selection"; Fuller et al., "Domestication Process"; De Wet and Harlan, "Weeds and Domesticates."
63) Hamilton, "Geometry for Selfish Herd"; Kurlansky, Big Oyster; Lawrence, "Oysters."
64) Diamond, Guns, Germs, and Steel.
65) Zeder, "Central Questions."
66) Endler, Natural Selection; Reznick et al., "Evaluation"; Losos, Warheitt, and Schoener, "Adaptive Differentiation"; Childe, Man Makes Himself
67) Chessa et al., "Revealing the History of Sheep Domestication"; Pedrosa et al., "Evidence of Three Maternal Lineages"; Larson et al., "Ancient DNA"; Bruford, Bradley, and Luikart, "DNA Markers."
68) Brown et al., "Complex Origins"; Harari, Sapiens; Snogerup, Gustafsson, and Von Bothmer, "Brassica Sect. Brassica (Brassicaceae)."
69) Diamond and Bellwood, "Farmers and Their Languages."
70) Dudley, Drunken Monkey.
71) Vallee, "Alcohol in the Western World."
72) Katz and Voigt, "Bread and Beer"; Revedin et al., "Thirty Thousand-Year-Old Evidence."
73) Breton et al., "Taming the Wild"; Mithen, After the Ice.
74) Krebs, "Gourmet Ape."
75) Tishkoff et al., "Convergent Adaptation"; Kolars et al., "Yogurt"; Bloom and

Sherman, "Dairying Barriers."
76) Bloom and Sherman, "Dairying Barriers"; Jew, AbuMweis, and Jones, "Evolution of the Human Diet."
77) Bettinger, Barton, and Morgan, "Origins of Food Production"; Flad, Jing, and Shuicheng, "Zooarcheological Evidence."
78) Frankopan, Silk Roads.
79) Denham, Haberle, and Lentfer, "New Evidence"; Denham, "Ancient and Historic Dispersals"; Keeley and Zedler, "Evolution of Life Histories in Pinusn\ Delcourt and Delcourt, Prehistoric Native Americans.
80) Childe, Man Makes Himself; Berbesque et al., "Hunter-Gatherers"; Cohen, Food Crisis in Prehistory; Diamond, "Worst Mistake."
81) Zeder, "Domestication"; Bellwood, "Early Agriculturalist Population Diasporas?"; Diamond, "Evolution."

الفصل الرابع: الحَضارَة: أينَ نَحنُ؟

82) Kremer, "Population Growth and Technological Change"; Bongaarts and Bulatao, Beyond Six Billion; Capra, Web of Life.
83) Margulis and Sagan, Microcosmos.
84) Pinker, Better Angels; Wilson and Wilson, "Rethinking"; Goodnight and Stevens, "ExperimentalStudies".
85) Bairoch, Cities and Economic Development.
86) Pinker, Better Angels.
رغم أنني أَجِدُ عَملَ بينكر أساسيًا ومُقنِعًا، فإن النقطة الأضعف لديه هي ادّعاء أن الإنسان في مرحلة القَنْص والجمع كان الأكثر عُنفًا في تاريخ نوعنا. من المؤكّد أنْ قامت صراعات عنيفةٌ بين الجماعات العائلية من الأقارب الذين تربط بينهم الجينات، والتي كانت وحداتِ الحياة في مجتمع القنص والجمع، لكن ادّعاءات بينكر قائِمةٌ على كثرة وجود الجِراح القاتلة في مواقع دفن إنسان العصر الحجري القديم، وفي الأجساد المحفوظة في الثلج أو في المستنقعات الخالية من الأكسجين anoxic swamps. لكن هذا لا يمكن اعتباره عَيْنَةً عشوائيَّةً لإنسان القنص والجمع في العصر الحجري القديم، فقد يكون عَيْنَةً مُنحازَةً لأبطال الحرب أو لمجرمين مُعاقَبين. في النهاية هذه مُجادَلَة صغيرة، لكنها تستحقُّ الإشارة: وأنا أميل للاحتجاج بأن العُنفَ كان أعلى عندما ازداد تعدادُ الإنسان، قبل أن تعمل عملية التهدئة الحضارية لتهدئة هذه الصراعات. انظر Barzun, *From Dawn to Decadence*.
87) Pinker, Better Angels.
88) Dethlefsen, McFall-Ngai, and Relman, "Ecological and Evolutionary Perspective".
89) McGovern et al., "Fermented Beverages"; Diamond, Guns, Germs, and Steel; Diamond, "Double Puzzle of Diabetes"; Hodges, Technology in the Ancient World; Shipman, Invaders
90) Postgate, Early Mesopotamia; Anati, "Prehistoric Trade"; Daniels and Bright,

Worlds Writing Systems
91) Van De Mieroop, History of the Ancient Near East; Bar-Yosef, "From Sedentary Foragers to Village Hierarchies"; Johnson, "God's Punishment."
92) Schmidt, "Gobekli Tepe—the Stone Age Sanctuaries."
93) Miller, Drugged; Curry, "Gobekli Tepe."
94) Pollock, Ancient Mesopotamia
95) Kohn, Dictionary of Wars; Larsen, "Biological Changes."
96) Larsen, "Biological Changes"; Attenborough, First Eden; Carson, Silent Spring
97) Lukacs, "Fertility and Agriculture"; Diamond, "Double Puzzle of Diabetes"; Lazar, "How Obesity Causes Diabetes"; Berbesque et al., "Hunter-Gatherers."
98) Attenborough, First Eden; Dregne, "Desertification"; Egan, Worst Hard Time

الفصل الخامس: استغلالُ المصادِرِ الطّبيعيّة

99) Tilman, Resource Competition.
100) Vermeij, Evolution and Escalation
101) Childe, Bronze Age
102) Akanuma, "Significance"; Williams, "Metallurgical Study."
103) Vermeij, Biogeography and Adaptation
104) Miller, Drugged; Hunt, Governance of the Consuming Passions; Elliott, "Purple Pasts"; Ball, Bright Earth
105) Mikesell, "Deforestation of Mount Lebanon"; Hajar et al., "Cedrus libani (A. Rich) Distribution"; Basch, "Phoenician Oared Ships."
106) Bradley and Cartledge, Cambridge World History of Slavery; Gordon, "Nationality of Slaves"; Beckwith, Empires of the Silk Road
107) Richard, "International Trafficking."
108) Anthony, Horse, the Wheel, and Language; Ludwig et al., "Coat Color Variation"; Outram et al., "Earliest Horse Harnessing and Milking"; Ji et al., "Monophyletic Origin of Domestic Bactrian Camel"; Hoffecker, Powers, and Goebel, "Colonization of Beringia"; Marshall, "Land Mammals."
109) Yagil, Desert Camel; Gauthier-Pilters and Dagg, Camel
110) Anthony, Horse, the Wheel, and Language; Ludwig et al., "Coat Color Variation"; Outram et al., "Earliest Horse Harnessing and Milking"; Warmuth et al., "Reconstructing the Origin and Spread of Horse Domestication."
111) Frankopan, Silk Roads
112) Edwards, Politics of Immorality
113) Benedictow, Black Death; Achtman et al., "Microevolution"; Morelli et al.,

"Yersiniapestis Genome Sequencing."
114) Garnsey and Sailer, Roman Empire
115) Friedman, World Is Flat
116) Weatherford, Genghis Khan
117) Ceylan and Fung, "Antimicrobial Activity of Spices"; Arora and Kaur, "Antimicrobial Activity of Spices."
118) Diamond, Guns, Germs, and Steel
119) Carlton, "Blue Immigrants."
120) Elton, Ecology of Invasions

الفَصلُ السّادس: المَجاعَةُ والمَرَض

121) Milner, Hardness of Heart/Hardness of Life; Bloch, "Abandonment, Infanticide, and Filicide"; Shahar, Childhood.
122) Zipes, Enchanted Screen
123) Hrdy, "Infanticide as a Reproductive Strategy."
124) Stephenson, "Flower and Fruit Abortion"; Spight, "Patterns of Change."
125) Jacobsen and Adams, "Salt and Silt"; Berbesque et al., "Hunter-Gatherers."
126) Livy, History of Rome; Garnsey, Famine and Food Supply; Mallory, China; Hong, "Politeness in Chinese."
127) Goodwin, Cohen, and Fry, "Panglobal Distribution"; Wolfe, Dunavan, and Diamond, "Origins."
128) Neel, "Diabetes Mellitus."
129) World Health Organization, World Health Database, 2015; Fagan, Floods, Famines, and Emperors
130) Black, Morris, and Bryce, "Where and Why"; Bryce et al., "WHO Estimates."
131) Lee, Kyung, and Mazmanian, "Has the Microbiota Played a Critical Role?"; Moal and Servin, "Front Line."
132) Booth et al., "Molecular Markers."
133) Fournier et al., "Human Pathogens."
134) Kittler, Kayser, and Stoneking, "Molecular Evolution."
135) Booth et al., "Host Association"; Koganemaru and Miller, "Bed Bug Problem."
136) Hosokawa et al., "Wolbachia."
137) Sachs and Malaney, "Economic and Social Burden"; World Health Organization, World Health Database, 2015
138) Cornejo and Escalante, "Origin and Age of Plasmodium vivax."
139) Rich et al., "Origin of Malignant Malaria"; Ferreira et al., "Sickle Hemoglobin"; Pagnier et al., "Evidence."
140) Waters, Higgins, and McCutchan, "Plasmodium-Falciparum"; Webb,

Humanity's Burden; Sallares, Bouwman, and Anderung, "Spread of Malaria"; McCullough, Path between the Seas
141) McCullough, Path between the Seas; Medlock et al., "Review."
142) Barry, Great Influenza
143) Benedictow, Black Death.
144) Inglesby et al., "Plague as a Biological Weapon."
145) Benedictow, Black Death.
146) Bilodeau, "Paradox of Sagadahoc"; Diamond, Guns, Germs, and Steel; Thornton, American Indian Holocaust and Survival
147) Knell, "Syphilis."
148) Gilman, Making the Body Beautiful
149) Majno, Healing Hand; Wainwright, "Moulds in Folk Medicine."
150) Kardos and Demain, "Penicillin."
151) Neu, "Crisis"; Heuer, Schmitt, and Smalla, "Antibiotic Resistance."
152) Bergh et al., "High Abundance of Viruses."
153) Behbehani, "Smallpox Story."
154) Banchereau and Palucka, "Dendritic Cells"; Ozawa et al., "During the 'Decade Of Vaccines.' "
155) Clay and Kover, "Red Queen Hypothesis"; Hamilton, Axelrod, and Tanese, "Sexual Reproduction"; Motulsky, "Metabolic Polymorphisms"; Chaisson et al., "Resolving the Complexity of the Human Genome"; Pennisi, "Encode Project"; Varki and Altheide, "Comparing the Human and Chimpanzee Genomes."
156) Bauch and McElreath, "Disease Dynamics"; Baker and Armelagos, "Origin and Antiquity of Syphilis."

الفصل السابع: السَّيطَرَةُ مُقابِل التَّعاوُن

157) Arnold, "Archaeology of Complex Hunter-Gatherers."
158) Wilson, Sociobiology; Bruno, Stackowitz, and Bertness, "Including Positive Interactions."
159) Sidanius and Pratto, Social Dominance.
160) Ibid.; Wilson, Sociobiology.
161) Pringle et al., "Spatial Pattern"; Barnes and Powell, "Development, General Morphology"; Bertness, Gaines, and Yeh, "Making Mountains out of Barnacles."
162) Wilson, Sociobiology; Lewontin, Rose, and Kamin, Not in Our Genes; Pinker, Blank Slate.
163) Sidanius and Pratto, Social Dominance; Bairoch, Cities and Economic Devel-

opment.
164) Houston and Stuart, "Of Gods, Glyphs and Kings"; Wilson, Insect Societies; Gordon, "Organization of Work"; Friedman, World Is Flat.
165 Pinker, Better Angels.
166) Finley, Ancient Economy.
167) Taylor, Castration; Anderson, Hidden Power; Tracy, Castration and Culture; Tougher, Eunuch.
168) Baudoin, "Host Castration"; O'Donnell, "How Parasites Can Promote"; Yu and Pierce, "Castration Parasite"; Lafferty and Kuris, "Parasitic Castration."
169) Robertson, "Social Control."
170) Pinker, Better Angels.
171) Rockley, Primogeniture; Contamine, War.
172) Barnes and Powell, "Development, General Morphology."
173) Sidanius and Pratto, Social Dominance; Huntington, Clash of Civilizations.
174) Fagan, Fish on Friday.
175) Diamond, Guns, Germs, and Steel; Coe, Breaking the Maya Code.
176) Danziger and Gillingham, 1215.
177) Reilly, Closing of the Muslim Mind.
178) Brown, Rare Treasure.
179) Castells, Rise of the Network Society; Bottéro, Mesopotamia; Scholz, Eunuchs and Castrati; Tanye, "Access and Barriers to Education"; Bäuml, "Varieties and Consequences"; Goodell, American Slave Code.

الفصل الثامن: المَركزيّة العِرقيّة والإنثوچينية لعالَمِنا

180) Dennett, From Bacteria to Bach.
181) Huxley, Brave New World.
182) Huxley, Doors of Perception.
183) Graves, Worlds Sixteen Crucified Saviors. These virgin birth narratives may have developed out of translation errors or exaggerations due to the similar words commonly used for young girls and virgins.
184) Ibid.; Acharya S, Suns of God.
185) Frankopan, Silk Roads; Reneke, "Was the Christmas Star Real?"; Bull-inger, Companion Bible; McGrath, Introduction to Christianity; Huskinson, "Some Pagan Mythological Figures"; Emmel, Hahn, and Gotter, Destruction and Renewal.
186) Huntington, Clash of Civilizations.
187) Curry, "Gobekli Tepe"; Schmidt, "Gobekli Tepe"; Merlin, "Archaeological

Evidence"; Guerra-Doce, "Origins of Inebriation."
188) Huffman, "Current Evidence."
189) Miller, Drugged; Fuller, Stairways to Heaven; Wright et al., "Caffeine."
190) Eliade, Shamanism; McKenna, Food of the Gods.
191) Guerra-Doce, "Origins of Inebriation."
192) Leroi-Gourhan, "Flowers"; Bakels, "Der Mohn"; Guerra-Doce, "Origins of Inebriation."
193) Znamenski, Shamanism in Siberia; Siefker, Santa Claus; Renterghem, When Santa was a Shaman; McKenna, "When Santa Was a Mushroom."
194) Allegro, Sacred Mushroom.
195) Wasson et al., Persephone's Quest.
196) El-Seedi et al., "Prehistoric Peyote Use."
197) Pahnke, "Drugs and Mysticism."

الفصل التاسع: حِفظُ الغِذاء وتَحسينُ الصِّحّة

198) Caporael, "Ergotism"; Aim, "Witch Trials"; Hofmann, "Historical View"; Haarmann et al., "Ergot."
199) بشكلٍ عامٍّ، ثقافة أعمال السِّحر (قصص الطيران على عصا المقشّة، وإلقاء التعاويذ، وتجارة الجَرعات السِّحريّة، والعيش في عالمٍ مُنفَصِل) كل هذا كان بسبب طوائف عملَت على تجريب ومعرفة واستخدام مُنتَجات النباتات الطبيعيةّ التي افترضوا أنها تمنح قُوًى دُنيويّةً أخرى للسَّحَرَة.
Thompson, "How Witches' Brews"; Dongen and de Groot, "History of Ergot Alkaloids"; Miller, Drugged.
200) Dog, "Reason to Season."
201) Bowers et al., "Discovery."
202) Brower and Glazier, "Localization of Heart Poisons."
203) Huffman, "Current Evidence"; Singh, "From Exotic Spice to Modern Drug?"; Young et al., "Why on Earth?"
204) Dog, "Reason to Season"; Brul and Coote, "Preservative Agents"; Huffman et al., "Seasonal Trends"; Leonard and Robertson, "Evolutionary Perspectives"; Hockett and Haws, "Nutritional Ecology."
205) Sherman and Billing, "Darwinian Gastronomy"; Ratkowsky et al., "Relationship"; Kirchman, Moran, and Ducklow, "Microbial Growth."
206) Sherman and Billing, "Darwinian Gastronomy."
207) Strobel and Daisy, "Bioprospecting"; Dethlefsen, McFall-Ngai, and Rel-man, "Ecological and Evolutionary Perspective"; Collins and Gibson, "Pro-biotics, Prebiotics, and Synbiotics"; Qin et al., "Human Gut Microbial Gene Catalogue."
208) Ewald, "Evolutionary Perspective"; Lantz and Booth, "Social Construction";

Safe, "Environmental and Dietary Estrogens"; Peto et al., "Cervical Cancer."
209) Ewald, Evolution of Infectious Disease.
210) Food and Agriculture Organization of the United Nations, "Guide"; Bellwood et al., "Confronting the Coral Reef Crisis"; Bruno and Selig, "Regional Decline."
211) Tracy and McNaughton, "Elemental Analysis"; Jones and Hanson, Mineral Licks.
212) Our primate relatives, for example, have discriminating palates for salt licks. See Krishnamani and Mahany, "Geophagy among Primates."
213) Kurlansky, Salt.
214) Cuvtm, Cross-Cultural Trade.
215) Megaw, Morgan, and Stollner, "Ancient Salt-Mining"; Stollner et al., "Economy of Durrnberg-Bei-Hallein."
216) Kurlansky, Salt; Easwaran, Gandhi the Man.
217) Kurlansky, Salt; James and Thorpe, Ancient Inventions.
218) Wood, "America's Natural Ice Industry."
219) MacKenzie, "History of Oystering."
220) Troost, "Causes and Effects"; Carlton and Geller, "Ecological Roulette."

الفصل العاشر: حَضارَةٌ على نار

221) Miller, "Paleoethnobotanical Evidence"; Home, "Fuel for the Metal Worker"; Ottaway, "Innovation, Production, and Specialization."
222) Wilson and Agnew, "Positive-Feedback Switches."
223) Hughes and Thirgood, "Deforestation, Erosion"; Kaplan, Krumhardt, and Zimmermann, "Prehistoric and Preindustrial Deforestation"; Hughes, "Ancient Deforestation Revisited."
224) Hallett and Wright, Life without Oil; Williams, "Metallurgical Study"; Williams, "Dark Ages."
225) Burt, Edward I; Diamond, Collapse; Patinkin, "Rape."
226) Redfield, "Development"; Shotyk et al, "History"; Redfield, "Ontogeny."
227) De Vries and van der Woude, First Modern Economy.
228) Ibid.; Kaijser, "System Building."
229) Rodhe and Svensson, "Impact."
230) Bradshaw, Evans, and Hindell, "Mass Cetacean Strandings"; Brabyn and McLean, "Oceanography and Coastal Topography"; Ellis, Men and Whales.
231) Kirk and Daugherty, Hunters of the Whale.
232) Barkham, "Basque Whaling Establishments"; Allen, "Whalebone Whales";

Fujiwara and Caswell, "Demography."
233) Ellis, Men and Whales; Dolin, Leviathan; Watwood et al., "Deep-Diving"; Whitehead, "Estimates."
234) Heckman et al., "Molecular Evidence."
235) Bonfante and Genre, "Mechanisms."
236) Nef, Rise of the British Coal Industry.
237) Freese, Coal.
238) Brimblecombe, Big Smoke.
239) Freese, Coal.
240) Antonovics, "Metal Tolerance in Plants"; Ketdewell, "Phenomenon of Industrial Melanism."
241) Conti and Cecchetti, "Biological Monitoring."
242) Yergin, Prize.
243) Kurlansky, Salt.
244) Economist editors, "World in a Barrel."
245) Vandenbosch, Nuclear Waste Stalemate.
246) Sala et al., "Global Biodiversity Scenarios"; Yergin, Prize.
247) Crain, Kroeker, and Halpern, "Interactive and Cumulative Effects."

الفصل الحادي عشر: طَبيعَةٌ غَيرُ طَبيعيَّة

248) Hardin, "Tragedy of the Commons."
249) Menze and Ur, "Mapping Patterns."
250) He et al., "Economic Development."
251) Lotze and McClenachan, "Marine Historical Ecology"; Myers and Worm, "Rapid Worldwide Depletion"; Coverdale et al., "Indirect Human Impacts."
252) Tainter, Collapse of Complex Societies; Fraser and Rimas, Empires of Food.
253) Dalfes, Kukla, and Weiss, Third Millennium BC Climate Change.
254) Haug et al., "Climate."
255) Diamond, Collapse; Hunt and Lipo, Statues That Walked; Stevenson et al., "Variation."
256) Tilman et al., "Forecasting."
257) Daily, Natures Services; de Groot, Wilson, and Boumans, "Typology."
258) Gersberg et al., "Role of Aquatic Plants."
259) Egan, Worst Hard Time; Steinbeck, Grapes of Wrath.
260) Beisner, Haydon, and Cuddington, "Alternative Stable States"; Scheffer et al., "Anticipating Critical Transitions."
261) Griffin and Kellogg, "Dust Storms"; Rypien, Andras, and Harvell, "Globally

Panmictic Population Structure."
262) Hansen, Stehman, and Potapov, "Quantification"; Fearnside, "Deforestation."
263) Hughes, "Catastrophes"; Gardner et al., "Long-Term Region-Wide Declines."
264) Valiela, Bowen, and York, "Mangrove Forests"; Gedan and Silliman, "Patterns"; Ellison and Farnsworth, "Mangrove Communities."
265) Costa, Santos, and Cabral, "Comparative Analysis"; Orth et al., "Global Crisis"; Waycott et al., "Accelerating Loss."
266) Carson, Silent Spring; Estes et al., "Trophic Downgrading"; Steneck et al., "Kelp Forest Ecosystems."
267) Vitousek, "Beyond Global Warming."
268) Meinshausen et al., "Greenhouse-Gas Emission Targets"; Feely et al., "Evidence"; Sagan, Dragons of Eden.
269) Daily, Natures Services; Zhang et al., "Global Climate Change."
270) Feely et al., "Impact of Anthropogenic CO2"; Hoegh-Guldberg et al., "Coral Reefs."
271) Mouginot et al., "Fast Retreat"; Kirwan and Megonigal, "Tidal Wetland Stability"; Solomon, Qin, and Manning, Climate Change, 2007; Voosen, "Delaware-Sized Iceberg."
272) He et al., "Economic Development"; Diaz and Rosenberg, "Spreading Dead Zones"; Carr and Carr, Naturalist in Florida; Altieri, "Dead Zones."
273) He et al., "Economic Development."
274) Crain, Kroeker, and Halpern, "Interactive and Cumulative Effects."
275(Vitousek et al., "Human Domination"; Valiela and Teal, "Nutrient Limitation"; Harvell et al., "Review."
276) Holdren and Ehrlich, "Human Population."
277) Daily et al., "Value of Nature."
278) Daily, Natures Services; Winffee, "Pollinator-Dependent Crops"; Steffan-Dewenter, Potts, and Packer, "Pollinator Diversity"; Baum et al., "Collapse and Conservation."
279) Huntington, Clash of Civilizations.
280) Elton, Animal Ecology; Harper, Population Biology of Plants.
281) Harari, Sapiens.

282) Leconte et al., "Increased Insolation Threshold"; Petigura, Howard, and Marcy, "Prevalence of Earth-Size Planets."

المراجع

Bibliography

Acharya S (Dorothy Milne Murdock). *Suns of God: Krishna, Buddha, and Christ Unveiled.* Kempton, IL: Adventures Unlimited, 2004.

Achtman, Mark, Giovanna Morelli, Peixuan Zhu, Thierry Wirth, Ines Diehl, Barica Kusecek, Amy J. Vogler, et al. "Microevolution and History of the Plague Bacillus, *Yersinia pestis.*" *PNAS* 101, no. 51 (2004): 17837–17842.

Akanuma, Hideo. "The Significance of the Composition of Excavated Iron Fragments Taken from Stratum III at the Site of Kaman-Kalehöyük, Turkey." *Anatolian Archaeological Studies* 14 (2005): 147–158.

Ali, Ahmed Farag, and Saurya Das. "Cosmology from Quantum Potential." *Physics Letters B* 741 (2015): 276–279.

Allegro, John M. *The Sacred Mushroom and the Cross: A Study of the Nature and Origins of Christianity within the Fertility Cults of the Ancient Near East.* New York: Doubleday, 1970.

Allen, Glover Morrill. "The Whalebone Whales of New England." *Memoirs of the Boston Society of Natural History* 8, no. 2 (1916).

Alm, Torbjørn. "The Witch Trials of Finnmark, Northern Norway, during the 17th Century: Evidence for Ergotism as a Contributing Factor." *Economic Botany* 57, no. 3 (2003): 403–416.

Altieri, Andrew H. "Dead Zones Enhance Key Fisheries Species by Providing Predation Refuge." *Ecology* 89, no. 10 (2008): 2808–2818.

Ambrose, Stanley H. "Paleolithic Technology and Human Evolution." *Science* 291, no. 5509 (2001): 1748–1753.

Amelin, Yuri, Alexander N. Krot, Ian D. Hutcheon, and Alexander A. Ulyanov. "Lead Isotopic Ages of Chondrules and Calcium-Aluminum-Rich Inclusions." *Science* 297, no. 5587 (2002): 1678–1683.

Anati, Emmanuel. "Prehistoric Trade and the Puzzle of Jericho." *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 167 (1962): 25–31.

Anderson, Mary M. *Hidden Power: The Palace Eunuchs of Imperial China.* Amherst, MA: Prometheus Books, 1990.

Anthony, David W. *The Horse, the Wheel, and Language: How Bronze-Age Riders from the Eurasian Steppes Shaped the Modern World.* Princeton, NJ: Princeton University Press, 2007.

Antonovics, Janis. "Metal Tolerance in Plants: Perfecting an Evolutionary Paradigm." Paper presented at the International Conference on Heavy Metals in the Environment, Toronto, October 27–31, 1975.

Arnold, Jeanne E. "The Archaeology of Complex Hunter-Gatherers." *Journal of Archaeological Method and Theory* 3, no. 1 (1996): 77–126.

Arora, Daljit S., and Jasleen Kaur. "Antimicrobial Activity of Spices." *International Journal of Antimicrobial Agents* 12, no. 3 (1999): 257–262.

Atkinson, Quentin D. "Phonemic Diversity Supports a Serial Founder Effect Model of Language Expansion from Africa." *Science* 332, no. 6027 (2011): 346–349.

Attenborough, David. *The First Eden: The Mediterranean World and Man.* First American edition. New York: Little, Brown, 1987.

Bairoch, Paul. *Cities and Economic Development: From the Dawn of History to the Present.* Chicago: University of Chicago Press, 1991.

Bakels, Corrie C. "Der Mohn, Die Linearbandkeramik Und Das Westliche Mittelmeergebiet." *Archäologisches Korrespondenzblatt* 12, no. 1 (1982): 11–13.

Baker, Brenda J., and George J. Armelagos. "The Origin and Antiquity of Syphilis: Paleopathological Diagnosis and Interpretation." *Current Anthropology* 29, no. 5 (1988): 703–737.

Ball, Philip. *Bright Earth: Art and the Invention of Color.* Chicago: University of Chicago Press, 2003.

Banchereau, Jacques, and A. Karolina Palucka. "Dendritic Cells as Therapeutic Vaccines against Cancer." *Nature Reviews Immunology* 5, no. 4 (2005): 296–306.

Barkham, Selma Huxley. "The Basque Whaling Establishments in Labrador, 1536–1632: A Summary." *Arctic* 37, no. 4 (1984): 515–519.

Barnes, Harold, and Harold T. Powell. "The Development, General Morphology and Subsequent Elimination of Barnacle Populations, *Balanus-crenatus and B-balanoides,* after a Heavy Initial Settlement." *Journal of Animal Ecology* 19, no. 2 (1950): 175–179.

Barnosky, Anthony D., Nicholas Matzke, Susumu Tomiya, Guinevere O. U. Wogan, Brian Swartz, Tiago B. Quental, Charles Marshall, et al. "Has the Earth's Sixth Mass Extinction Already Arrived?" *Nature* 471 (2011): 51–57.

Barry, John M. *The Great Influenza: The Story of the Deadliest Pandemic in History.* New York: Penguin, 2004.

Bar-Yosef, Ofer. "From Sedentary Foragers to Village Hierarchies: The Emergence of Social Institutions." *Proceedings of the British Academy* 110 (2001): 1–38.

Barzun, Jacques. *From Dawn to Decadence: 1500 to the Present, 500 Years of Western Cultural Life.* New York: Harper Collins, 2001.

Basch, Lucien. "Phoenician Oared Ships." *Mariner's Mirror* 55, no. 2 (1969): 139–162.

Bauch, Chris T., and Richard McElreath. "Disease Dynamics and Costly Punishment Can Foster Socially Imposed Monogamy." *Nature Communications* 7 (2016).

Baudoin, Mario. "Host Castration as a Parasitic Strategy." *Evolution* 29, no. 2 (1975): 335–352.

Baum, Julia K., Ransom A. Myers, Daniel G. Kehler, Boris Worm, Shelton J. Harley, and Penny A. Doherty. "Collapse and Conservation of Shark Populations in the Northwest Atlantic." *Science* 299, no. 5605 (2003): 389–392.

Bäuml, Franz H. "Varieties and Consequences of Medieval Literacy and Illiteracy." *Speculum* 55, no. 2 (1980): 237–265.

Beckwith, Christopher I. *Empires of the Silk Road: A History of Central Eurasia from the Bronze Age to the Present*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2009.

Behbehani, Abbas M. "The Smallpox Story—Life and Death of an Old Disease." *Microbiology Reviews* 47, no. 4 (1983): 455–509.

Beisner, Beatrix, Daniel Haydon, and Kim Cuddington. "Alternative Stable States in Ecology." *Frontiers in Ecology and the Environment* 1, no. 7 (2003).

Bellwood, David R., Terence Patrick Hughes, Carl Folke, and Magnus Nyström. "Confronting the Coral Reef Crisis." *Nature* 429 (2004): 827–833.

Bellwood, Peter. "Early Agriculturalist Population Diasporas? Farming, Languages, and Genes." *Annual Review of Anthropology* 30 (2001): 181–207.

Belsky, A. Joy. "Does Herbivory Benefit Plants? A Review of the Evidence." *American Naturalist* 127, no. 6 (1986): 870–892.

Benedictow, Ole Jørgen. *The Black Death, 1346–1353: The Complete History*. Woodbridge, UK: Boydell, 2004.

Berbesque, J. Colette, Frank W. Marlowe, Peter Shaw, and Peter Thompson. "Hunter-Gatherers Have Less Famine than Agriculturalists." *Biology Letters* 10, no. 1 (2014).

Bergh, Øivind, Knut Yngve Børsheim, Gunnar Bratbak, and Mikal Heldal. "High Abundance of Viruses Found in Aquatic Environments." *Nature* 340, no. 6233 (1989): 467–468.

Berna, Francesco, Paul Goldberg, Liora Kolska Horwitz, James Brink, Sharon Holt, Marion Bamford, and Michael Chazan. "Microstratigraphic Evidence of in Situ Fire in the Acheulean Strata of Wonderwerk Cave, Northern Cape Province, South Africa." *PNAS* 109, no. 20 (2012): E1215–E1220.

Bertness, Mark D., Steven D. Gaines, and Mark E. Hay, eds. *Marine Community Ecology*. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2001.

Bertness, Mark D., Steven D. Gaines, and Su Ming Yeh. "Making Mountains out of Barnacles: The Dynamics of Acorn Barnacle Hummocking." *Ecology* 79, no. 4 (1998): 1382–1394.

Bertness, Mark D., Geoffrey C. Trussell, Patrick J. Ewanchuk, Brian R. Silliman, and Caitlin Mullan Crain. "Consumer-Controlled Community States on Gulf of Maine Rocky Shores." *Ecology* 85, no. 5 (2004): 1321–1331.

Bettinger, Robert L., Loukas Barton, and Christopher Morgan. "The Origins of Food Production in North China: A Different Kind of Agricultural Revolution." *Evolutionary Anthropology* 19, no. 1 (2010): 9–21.

Billing, Jennifer, and Paul W. Sherman. "Antimicrobial Functions of Spices: Why Some Like It Hot." *Quarterly Review of Biology* 73, no. 3 (1998): 3–49.

Bilodeau, Christopher J. "The Paradox of Sagadahoc: The Popham Colony, 1607–1608." *Early American Studies: An Interdisciplinary Journal* 12, no. 1 (2014): 1–35.

Black, Robert E., Saul S. Morris, and Jennifer Bryce. "Where and Why Are 10 Million Children Dying Every Year?" *Lancet* 361, no. 9376 (2003): 2226–2234.

Blackburn, Tim M., Phillip Cassey, Richard P. Duncan, Karl L. Evans, and Kevin J. Gaston. "Avian Extinction and Mammalian Introductions on Oceanic Islands." *Science* 305, no. 5692 (2004): 1955–1958.

Bloch, Harry. "Abandonment, Infanticide, and Filicide: An Overview of Inhumanity to Children." *American Journal of Diseases of Children* 142, no. 10 (1988): 1058–1060.

Bloom, Gabrielle, and Paul W. Sherman. "Dairying Barriers Affect the Distribution of Lactose Malabsorption." *Evolution and Human Behavior* 26 (2005): 301–312.

Bollinger, R. Randal, Andrew S. Barbas, Errol L. Bush, Shu S. Lin, and William Parker. "Biofilms in the Large Bowel Suggest an Apparent Function of the Human Vermiform Appendix." *Journal of Theoretical Biology* 249, no. 4 (2007): 826–831.

Bond, Howard E., Edmund P. Nelan, Don A. VandenBerg, Gail H. Schaefer, and Dianne Harmer. "Hd 140283: A Star in the Solar Neighborhood That Formed Shortly after the Big Bang." *Astrophysical Journal Letters* 765, no. 12 (2013): 1–5.

Bond, William J., and Jon E. Keeley. "Fire as a Global 'Herbivore': The Ecology and Evolution of Flammable Ecosystems." *Trends in Ecology & Evolution* 20, no. 7 (2005): 387–394.

Bonfante, Paola, and Andrea Genre. "Mechanisms Underlying Beneficial Plant-Fungus Interactions in Mycorrhizal Symbiosis." *Nature Communications* 1 (2010): 48.

Bongaarts, John, and Rodolfo A. Bulatao, eds. *Beyond Six Billion: Forecasting the World's Population*. Washington, DC: National Academies Press, 2000.

Booth, Warren, Ondřej Balvín, Edward L. Vargo, Jitka Vilímová, and Coby Schal. "Host Association Drives Genetic Divergence in the Bed Bug, *Cimex lectularius*." *Molecular Ecology* 24, no. 5 (2015): 980–992.

Booth, Warren, Virna L. Saenz, Richard G. Santangelo, Changlu Wang, Coby Schal, and Edward L. Vargo. "Molecular Markers Reveal Infestation Dynamics of the Bed Bug (*Hemiptera: Cimicidae*) within Apartment Buildings." *Journal of Medical Entomology* 49, no. 3 (2012): 535–546.

Botha, Rudolf, and Chris Knight, eds. *The Cradle of Language: Studies in the Evolution of Language*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2009.

Bottéro, Jean. *Mesopotamia: Writing, Reasoning, and the Gods*. Chicago: University of Chicago Press, 1992.

Bowers, William S., Tomihisa Ohta, Jeanne S. Cleere, and Patricia A. Marsella. "Discovery of Insect Anti-Juvenile Hormones in Plants." *Science* 193, no. 4253 (1976): 542–547.

Brabyn, Mark W., and Ian G. McLean. "Oceanography and Coastal Topography of Herd-Stranding Sites for Whales in New Zealand." *Journal of Mammalogy* 73, no. 3 (1992): 469–476.

Bradley, Keith, and Paul Cartledge, eds. *The Cambridge World History of Slavery: The Ancient Mediterranean World*, vol. 1. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2011.

Bradshaw, Corey J. A., Karen Evans, and Mark A. Hindell. "Mass Cetacean Strandings—A Plea for Empiricism." *Conservation Biology* 20, no. 2 (2006): 584–586.

Bramble, Dennis M., and Daniel E. Lieberman. "Endurance Running and the Evolution of *Homo*." *Nature* 432 (2004): 345–352.

Breton, Catherine, Jennifer Ross Guerin, Catherine Ducatillion, Frédéric Médail, Christian A. Kull, and André Bervillé. "Taming the Wild and 'Wilding' the Tame: Tree Breeding and Dispersal in Australia and the Mediterranean." *Plant Science* 175, no. 3 (2008): 197–205.

Brimblecombe, Peter. *The Big Smoke: A History of Air Pollution in London since Medieval Times*. New York: Routledge, 2011.

Brower, Lincoln P., and Susan C. Glazier. "Localization of Heart Poisons in the Monarch Butterfly." *Science* 188, no. 4183 (1975): 19–25.

Brown, Don. *Rare Treasure: Mary Anning and Her Remarkable Discoveries*. New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2003.

Brown, Terence A., Martin K. Jones, Wayne Powell, and Robin G. Allaby. "The Complex Origins of Domesticated Crops in the Fertile Crescent." *Trends in Ecology & Evolution* 24, no. 2 (2009): 103–109.

Bruford, Michael W., Daniel G. Bradley, and Gordon Luikart. "DNA Markers Reveal the Complexity of Livestock Domestication." *Nature Reviews Genetics* 4 (2003): 900–910.

Brul, Stanley, and Peter Coote. "Preservative Agents in Foods—Mode of Action and Microbial Resistance Mechanisms." *International Journal of Food Microbiology* 50, nos. 1–2 (1999): 1–17.

Bruno, John F., and Elizabeth R. Selig. "Regional Decline of Coral Cover in the Indo-Pacific: Timing, Extent, and Subregional Comparisons." *PLoS One* 2, no. 8 (2007): e711. doi:artn e711 10.1371/journal.pone.0000711.

Bruno, John F., John J. Stackowitz, and Mark D. Bertness. "Including Positive Interactions in Ecological Theory." *Trends in Ecology and Evolution* 18 (2003): 119–125.

Bryce, Jennifer, Cynthia Boschi-Pinto, Kenji Shibuya, Robert E. Black, and WHO Child Health Epidemiology Reference Group. "WHO Estimates of the Causes of Death in Children." *Lancet* 365, no. 9465 (2005): 1147–1152.

Bullinger, Ethelbert W. *The Companion Bible*. Grand Rapids, MI: Kregel, 1999.

Burney, David A., and Timothy F. Flannery. "Fifty Millennia of Catastrophic Extinctions after Human Contact." *Trends in Ecology & Evolution* 20, no. 7 (2005): 395–401.

Burt, Caroline. *Edward I and the Governance of England, 1272–1307*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2013.

Buss, Leo W. *The Evolution of Individuality*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1988.

Cantor, Norman F. *In the Wake of the Plague: The Black Death and the World It Made*. New York: Free Press, 2001.

Caporael, Linnda R. "Ergotism: The Satan Loosed in Salem?" *Science* 192, no. 4234 (1976): 21–26.

Capra, Fritjof. *The Web of Life*. London: Harper Collins, 1997.

Carlton, James T. "Blue Immigrants: The Marine Biology of Maritime History." *The Log* (Mystic Seaport Museum) 44 (1992): 31–36.

Carlton, James T., and Jonathan B. Geller. "Ecological Roulette: The Global Transport of Nonindigenous Marine Organisms." *Science* 261, no. 5117 (1993): 78–82.

Carr, Archie, and Marjorie Harris Carr. *A Naturalist in Florida: A Celebration of Eden*. New Haven: Yale University Press, 1996.

Carson, Rachel. *Silent Spring*. New York: Houghton Mifflin, 1962.

Castells, Manuel. *The Rise of the Network Society*. Cambridge, MA: Blackwell, 1996.

Cavalli-Sforza, L. Luca, and Marcus W. Feldman. "The Application of Molecular Genetic Approaches to the Study of Human Evolution." *Nature Genetics* 33 (2003): 266–275.

Ceylan, Erdogan, and Daniel Y. C. Fung. "Antimicrobial Activity of Spices." *Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology* 12, no. 1 (2004): 1–55.

Chaisson, Mark J. P., John Huddleston, Megan Y. Dennis, Peter H. Sudmant, Maika Malig, Fereydoun Hormozdiari, Francesca Antonacci, et al. "Resolving the Complexity of the Human Genome Using Single-Molecule Sequencing." *Nature* 517 (2015): 608–611.

Chan, Jean L., and Christos S. Mantzoros. "Role of Leptin in Energy-Deprivation States: Normal Human Physiology and Clinical Implications for Hypothalamic Amenorrhoea and Anorexia Nervosa." *Lancet* 366, no. 9479 (2005): 74–85.

Chessa, Bernardo, Filipe Pereira, Frederick Arnaud, Antonio Amorim, Félix Goyache, Ingrid Mainland, Rowland R. Kao, et al. "Revealing the History of Sheep Domestication Using Retrovirus Integrations." *Science* 324, no. 5926 (2009): 532–536.

Childe, V. Gordon. *The Bronze Age*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1930.

———. *Man Makes Himself*. London: Watts, 1936.

Christakis, Nicholas A. *Blueprint: The Evolutionary Origins of a Good Society*. New York: Little, Brown Spark, 2019.

Clay, Keith, and Paula X. Kover. "The Red Queen Hypothesis and Plant/Pathogen Interactions." *Annual Review of Phytopathology* 34 (1996): 29–50.

Cochi, Stephen L., and Walter R. Dowdle, eds. *Disease Eradication in the 21st Century: Implications for Global Health*. Cambridge, MA: MIT Press, 2011.

Cody, George D., Nabil Z. Boctor, Timothy R. Filley, Robert M. Hazen, James H. Scott, Anurag Sharma, and Hatten S. Yoder, Jr. "Primordial Carbonylated Iron-Sulfur Compounds and the Synthesis of Pyruvate." *Science* 289, no. 5483 (2000): 1337–1340.

Coe, Michael D. *Breaking the Maya Code*. London: Thames & Hudson, 1992.

Cohen, Mark Nathan. *The Food Crisis in Prehistory: Overpopulation and the Origins of Agriculture*. New Haven: Yale University Press, 1977.

Collins, James, and Richard K. Blot. *Literacy and Literacies: Texts, Power, and Identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2003.

Collins, M. David, and Glenn R. Gibson. "Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics: Approaches for Modulating the Microbial Ecology of the Gut." *American Journal of Clinical Nutrition* 69, no. 5 (1999): 1052s–1057s.

Connell, Joseph H., and Ralph O. Slatyer. "Mechanisms of Succession in Natural Communities and Their Role in Community Stability and Organization." *American Naturalist* 111, no. 982 (1977): 1119–1144.

Contamine, Philippe. *War in the Middle Ages*. Oxford, UK: Blackwell, 1984.

Conti, Marcelo Enrique, and Gaetano Cecchetti. "Biological Monitoring: Lichens as Bioindicators of Air Pollution Assessment—A Review." *Environmental Pollution* 114, no. 3 (2001): 471–492.

Cooper, Alan, Chris Turney, Konrad A. Hughen, Barry W. Brook, H. Gregory McDonald, and Corey J. A. Bradshaw. "Abrupt Warming Events Drove Late Pleistocene Holarctic Megafaunal Turnover." *Science* 349, no. 6248 (2015).

Cornejo, Omar E., and Ananias A. Escalante. "The Origin and Age of *Plasmodium vivax*." *Trends in Parasitology* 22, no. 12 (2006): 558–563.

Costa, Maria Jose, Carmen I. Santos, and Henrique N. Cabral. "Comparative Analysis of a Temperate and a Tropical Seagrass Bed Fish Assemblages in Two Estuarine Systems: The Mira Estuary (Portugal) and the Mussulo Lagoon (Angola)." *Cahiers de Biologie Marine* 43, no. 1 (2002): 73–81.

Coverdale, Tyler C., Caitlin P. Brisson, Eric W. Young, Stephanie F. Yin, Jeffrey P. Donnelly, and Mark D. Bertness. "Indirect Human Impacts Reverse Centuries of Carbon Sequestration and Salt Marsh Accretion." *PLoS ONE* 9 (2014).

Craig, Nathan, Robert J. Speakman, Rachel S. Popelka-Filcoff, Mark Aldenderfere, Luis Flores Blanco, Margaret Brown Vega, Michael D. Glascock, and Charles Stanish. "Macusani Obsidian from Southern Peru: A Characterization of Its Elemental Composition with a Demonstration of Its Ancient Use." *Journal of Archaeological Science* 37, no. 3 (2010): 569–576.

Crain, Caitlin Mullan, Kristy Kroeker, and Benjamin S. Halpern. "Interactive and Cumulative Effects of Multiple Human Stressors in Marine Systems." *Ecology Letters* 11 (2008): 1304–1315.

Crotty, Sinead, and Christine H. Angelini. "Mussel Control of Salt Marsh Development and Self-Organization." Manuscript in review.

Curry, Andrew. "Göbekli Tepe: The World's First Temple?" *Smithsonian Magazine* 3 (2008): 1–4.

Curtin, Philip D. *Cross-Cultural Trade in World History*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1984.

Daily, Gretchen C. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC: Island Press, 1997.

Daily, Gretchen C., Tore Söderqvist, Sara Aniyar, Kenneth Arrow, Partha Dasgupta, Paul R. Ehrlich, Carl Folke, et al. "The Value of Nature and the Nature of Value." *Science* 289, no. 5478 (2000): 395–396.

Dalfes, H. Nüzhet, George Kukla, and Harvey Weiss, eds. *Third Millennium BC Climate Change and Old World Collapse*. New York: Springer, 1997.

D'Anastasio, Ruggero, Stephen Wroe, Claudio Tuniz, Lucia Mancini, Deneb T. Cesana, Diego Dreossi, Mayoorendra Ravichandiran, et al. "Micro-Biomechanics of the Kebara 2 Hyoid and Its Implications for Speech in Neanderthals." *PLoS ONE* 8, no. 12 (2013).

Daniels, Peter T., and William Bright, eds. *The World's Writing Systems*. Oxford: Oxford University Press, 1996.

Danziger, Danny, and John Gillingham. *1215: The Year of Magna Carta*. New York: Simon & Schuster, 2004.

Darwin, Charles. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or The Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: John Murray, 1861.

Dayton, Paul K. "Experimental Evaluation of Ecological Dominance in a Rocky Intertidal Algal Community." *Ecological Monographs* 45, no. 2 (1975): 137–159.

Delcourt, Paul A., and Hazel R. Delcourt. *Prehistoric Native Americans and Ecological Change: Human Ecosystems in Eastern North America since the Pleistocene*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004.

Denham, Tim. "Ancient and Historic Dispersals of Sweet Potato in Oceania." *PNAS* 110, no. 6 (2013): 1982–1983.

Denham, Tim, Simon Haberle, and Carol Lentfer. "New Evidence and Revised Interpretations of Early Agriculture in Highland New Guinea." *Antiquity* 78, no. 302 (2004): 839–857.

Dennett, Daniel C. *From Bacteria to Bach and Back: The Evolution of Minds*. New York: W.W. Norton, 2017.

d'Errico, Francesco, Lucinda Backwell, Paola Villa, Ilaria Degano, Jeannette J. Lucejko, Marion K. Bamford, Thomas F. G. Higham, Maria Perla Colombini, and Peter B. Beaumont. "Early Evidence of San Material Culture Represented by Organic Artifacts from Border Cave, South Africa." *PNAS* 109, no. 33 (2012): 13214–13219.

Despriée, Jackie, Pierre Voinchet, Hélène Tissoux, Marie-Hélène Moncel, Marta Arzarello, Sophie Robin, Jean-Jacques Bahain, et al. "Lower and Middle Pleistocene Human Settlements in the Middle Loire River Basin, Centre Region, France." *Quaternary International* 223–224 (2010): 345–359.

Dethlefsen, Les, Margaret McFall-Ngai, and David A. Relman. "An Ecological and Evolutionary Perspective on Human-Microbe Mutualism and Disease." *Nature* 449 (2007): 811–818.

De Wet, Johannes M. J., and Jack R. Harlan. "Weeds and Domesticates: Evolution in the Man-Made Habitat." *Economic Botany* 29, no. 2 (1975): 99–107.

Diamond, Jared. *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. New York: Viking Penguin, 2005.

———. "The Double Puzzle of Diabetes." *Nature* 423 (2003): 599–602.

———. "Evolution, Consequences and Future of Plant and Animal Domestication." *Nature* 418 (2002): 700–707.

———. *Guns, Germs, and Steel: A Short History of Everybody for the Last 13,000 Years*. New York: W.W. Norton & Company, 1999.

———. "The Worst Mistake in the History of the Human Race." *Discover Magazine* (May 1, 1987): 64–66.

Diamond, Jared, and Peter Bellwood. "Farmers and Their Languages: The First Expansions." *Science* 300, no. 5619 (2003): 597–603.

Diaz, Robert J., and Rutger Rosenberg. "Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems." *Science* 321, no. 5891 (2008): 926–929.

Dog, Tieraona Low. "A Reason to Season: The Therapeutic Benefits of Spices and Culinary Herbs." *Explore* 2, no. 5 (2006): 446–449.

Dolin, Eric Jay. *Leviathan: The History of Whaling in America*. New York: W.W. Norton, 2007.

Domínguez-Rodrigo, Manuel, Travis Rayne Pickering, and Henry T. Bunn. "Configurational Approach to Identifying the Earliest Hominin Butchers." *PNAS* 107, no. 49 (2010): 20929–20934.

Dongen, Pieter W. J. van, and Akosua N. J. A. de Groot. "History of Ergot Alkaloids from Ergotism to Ergometrine." *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 60, no. 2 (1995): 109–116.

Dregne, Harold E. "Desertification of Arid Lands." *Economic Geography* 53, no. 4 (1977): 322–331.

Dudley, Robert. *The Drunken Monkey: Why We Drink and Abuse Alcohol.* Berkeley: University of California Press, 2014.

Duncan, Richard P., Alison G. Boyer, and Tim M. Blackburn. "Magnitude and Variation of Prehistoric Bird Extinctions in the Pacific." *PNAS* 110, no. 16 (2013): 6436–6441.

Easwaran, Eknath. *Gandhi the Man: The Story of His Transformation.* Tomales, CA: Nilgiri Press, 1997.

Ebrey, Patricia Buckley. *The Cambridge Illustrated History of China.* Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2010.

Economist editors. "The World in a Barrel." *Economist*, December 19, 2017.

Edwards, Catharine. *The Politics of Immorality in Ancient Rome.* Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1993.

Egan, Timothy. *The Worst Hard Time: The Untold Story of Those Who Survived the Great American Dust Bowl.* Boston: Houghton Mifflin, 2006.

Ehrlich, Paul R., and Peter H. Raven. "Butterflies and Plants: A Study in Coevolution." *Evolution* 18, no. 4 (1964): 586–608.

Eliade, Mircea. *Shamanism: Archaic Techniques of Ecstasy.* Princeton, NJ: Princeton University Press, 1964.

Elliott, Charlene. "Purple Pasts: Color Codification in the Ancient World." *Law & Social Inquiry* 33, no. 1 (2008): 173–194.

Ellis, Richard. *Men and Whales.* New York: Knopf, 1991.

Ellison, Aaron M., Michael S. Bank, Barton D. Clinton, Elizabeth A. Colburn, Katherine Elliott, Chelcy R. Ford, David R. Foster, et al. "Loss of Foundation Species: Consequences for the Structure and Dynamics of Forested Ecosystems." *Frontiers in Ecology and the Environment* 3, no. 9 (2005): 479–486.

Ellison, Aaron M., and E. J. Farnsworth. "Mangrove Communities." Pp. 423–442 in M. D. Bertness, S. Gaines, and M. E. Hay, eds., *Marine Community Ecology.* Sunderland, MA: Sinauer, 2001.

El-Seedi, Hesham R., Peter A. G. M. De Smet, Olof Beck, Göran Possnert, and Jan G. Bruhn. "Prehistoric Peyote Use: Alkaloid Analysis and Radiocarbon Dating of Archaeological Specimens of Lophophora from Texas." *Journal of Ethnopharmacology* 101, nos. 1–3 (2005): 238–242.

Elton, Charles S. *Animal Ecology.* New York: Macmillan, 1927.

———. *The Ecology of Invasions by Animals and Plants.* Methuen, 1958.

Emmel, Stephen, Johannes Hahn, and Ulrich Gotter, eds. *Destruction and Renewal of Local Cultic Topography in Late Antiquity.* Religions in the Graeco-Roman World series. Leiden: Brill, 2008.

Enard, Wolfgang, Molly Przeworski, Simon E. Fisher, Cecilia S. L. Lai, Victor Wiebe, Takashi Kitano, Anthony P. Monaco, and Svante Pääbo. "Molecular Evolution of FOXP2, a Gene Involved in Speech and Language." *Nature* 418 (2002): 869–872.

Endler, John A. *Natural Selection in the Wild*. Monographs in Population Biology. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1986.

Erlandson, Jon M., Michael H. Graham, Bruce J. Bourque, Debra Corbett, James A. Estes, and Robert S. Steneck. "The Kelp Highway Hypothesis: Marine Ecology, the Coastal Migration Theory, and the Peopling of the Americas." *Journal of Island and Coastal Archaeology* 2, no. 2 (2007): 161–174.

Estes, James A., John Terborgh, Justin S. Brashares, Mary E. Power, Joel Berger, William J. Bond, Stephen R. Carpenter, et al. "Trophic Downgrading of Planet Earth." *Science* 333, no. 6040 (2011): 301–306.

Ewald, Paul W. *Evolution of Infectious Disease*. Oxford, UK: Oxford University Press, 1994.

———. "An Evolutionary Perspective on Parasitism as a Cause of Cancer." *Advances in Parasitology* 68 (2009): 21–43.

———. *Plague Time: How Stealth Infections Cause Cancers, Heart Disease, and Other Deadly Ailments*. New York: Simon and Schuster, 2000.

Fagan, Brian M. *Fish on Friday: Feasting, Fasting, and Discovery of the New World*. New York: Basic Books, 2006.

———. *Floods, Famines, and Emperors: El Niño and the Fate of Civilizations*. New York: Basic Books, 1999.

Fearnside, Philip M. "Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates, and Consequences." *Conservation Biology* 19, no. 3 (2005): 680–688.

Feely, Richard A., Christopher L. Sabine, J. Martin Hernandez-Ayon, Debby Ianson, and Burke Hales. "Evidence for Upwelling of Corrosive 'Acidified' Water onto the Continental Shelf." *Science* 320, no. 5882 (2008): 1490–1492.

Feely, Richard A., Christopher L. Sabine, Kitack Lee, Will Berelson, Joanie Kleypas, Victoria J. Fabry, and Frank J. Miller. "Impact of Anthropogenic CO_2 on the $CaCO_3$ System in the Oceans." *Science* 305, no. 5682 (2004): 362–366.

Ferreira, Ana, Ivo Marguti, Ingo Bechmann, Viktória Jeney, Ângelo Chora, Nuno R. Palha, Sofia Rebelo, et al. "Sickle Hemoglobin Confers Tolerance to Plasmodium Infection." *Cell* 145, no. 3 (2011): 398–409.

Finley, Moses I. *The Ancient Economy*. Berkeley: University of California Press, 1973.

Firestone, Richard B., Allen West, James P. Kennett, L. Becker, Ted E. Bunch, Zsolt S. Revay, Peter H. Schultz, et al. "Evidence for an Extraterrestrial Impact 12,900 Years Ago That Contributed to the Megafaunal Extinctions and the Younger Dryas Cooling." *PNAS* 104, no. 41 (2007): 16016–16021.

Fisher, Simon E., and Gary F. Marcus. "The Eloquent Ape: Genes, Brains and the Evolution of Language." *Nature Reviews Genetics* 7 (2006): 9–20.

Flad, Rowan K., Yuan Jing, and Li Shuicheng. "Zooarchaeological Evidence for Animal Domestication in Northwest China." *Developments in Quaternary Sciences* 9 (2007): 167–203.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. "Guide to Implementation of Phytosanitary Standards in Forestry." In *FAO Forestry Paper 164* (2010).

Fournier, Pierre E., Jean-Bosco Ndihokubwayo, Jo Guidran, Patrick Kelly, and Didier Raoult. "Human Pathogens in Body and Head Lice." *Emerging Infectious Diseases* 8, no. 12 (2002): 1515–1518.

Frank, Daniel N., Allison L. St. Amand, Robert A. Feldman, Edgar C. Boedeker, Noam Harpaz, and Norman R. Pace. "Molecular-Phylogenetic Characterization of Microbial Community Imbalances in Human Inflammatory Bowel Diseases." *PNAS* 104, no. 34 (2007): 13780–13785.

Frankopan, Peter. *The Silk Roads: A New History of the World*. London: Bloomsbury, 2015.

Fraser, Evan D. G., and Andrew Rimas. *Empires of Food: Feast, Famine, and the Rise and Fall of Civilizations*. New York: Free Press, 2010.

Freedman, Adam H., Ilan Gronau, Rena M. Schweizer, Diego Ortega-Del Vecchyo, Eunjung Han, Pedro M. Silva, Marco Galaverni, et al. "Genome Sequencing Highlights the Dynamic Early History of Dogs." *PLoS Genetics* 10 (2014).

Freese, Barbara. *Coal: A Human History*. Cambridge, MA: Perseus, 2003.

Friedman, Thomas L. *The World Is Flat: The Globalized World in the Twenty-First Century*. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2006.

Fujiwara, Masami, and Hal Caswell. "Demography of the Endangered North Atlantic Right Whale." *Nature* 414 (2001): 537–541.

Fukuyama, Francis. *The Origins of Political Order: From Prehuman Times to the French Revolution*. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011.

Fuller, Dorian Q., Ling Qin, Yunfei Zheng, Zhijun Zhao, Xugao Chen, Leo Aoi Hosoya, and Guo-Ping Sun. "The Domestication Process and Domestication Rate in Rice: Spikelet Bases from the Lower Yangtze." *Science* 323, no. 5921 (2009): 1607–1610.

Fuller, Robert C. *Stairways to Heaven: Drugs in American Religious History*. Boulder, CO: Westview, 2000.

Gardner, Toby A., Isabelle M. Côté, Jennifer A. Gill, Alastair Grant, and Andrew R. Watkinson. "Long-Term Region-Wide Declines in Caribbean Corals." *Science* 301, no. 5635 (2003): 958–960.

Garnsey, Peter. *Famine and Food Supply in the Graeco-Roman World: Responses to Risk and Crisis*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1988.

Garnsey, Peter, and Richard Saller. *The Roman Empire: Economy, Society and Culture*. London: Bloomsbury, 2014.

Gashaw, Menassie, and Anders Michelsen. "Influence of Heat Shock on Seed Germination of Plants from Regularly Burnt Savanna Woodlands and Grasslands in Ethiopia." *Plant Ecology* 159, no. 1 (2002): 83–93.

Gause, Georgy F. "Experimental Analysis of Vito Volterra's Mathematical Theory of the Struggle for Existence." *Science* 79, no. 2036 (1934): 16–17.

Gauthier-Pilters, Hilde, and Anne Innis Dagg. *The Camel: Its Evolution, Ecology, Behavior, and Relationship to Man*. Chicago: University of Chicago Press, 1981.

Gedan, K. B., and B. R. Silliman. "Patterns of Salt Marsh Loss within Coastal Regions of North America: Pre-Settlement to Today." In B. R. Silliman, E. D. Grosholz, and M. D. Bertness, *Human Impacts on Salt Marshes: A Global Perspective*. Berkeley: University of California Press, 2009.

Gersberg, Richard M., B. V. Elkins, Stephen R. Lyon, and Charles R. Goldman. "Role of Aquatic Plants in Waste-Water Treatment by Artificial Wetlands." *Water Research* 20, no. 3 (1986): 363–368.

Gibbons, Ann. "Revolution in Human Evolution." *Science* 349, no. 6246 (2015): 362–366.

Gill, Steven R., Mihai Pop, Robert T. DeBoy, Paul B. Eckburg, Peter J. Turnbaugh, Buck S. Samuel, Jeffrey I. Gordon, et al. "Metagenomic Analysis of the Human Distal Gut Microbiome." *Science* 312, no. 5778 (2006): 1355–1359.

Gilman, Sander L. *Making the Body Beautiful: A Cultural History of Aesthetic Surgery*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1999.

Goebel, Ted, Michael R. Waters, and Dennis H. O'Rourke. "The Late Pleistocene Dispersal of Modern Humans in the Americas." *Science* 319, no. 5869 (2008): 1497–1502.

Goodell, William. *The American Slave Code in Theory and Practice: Its Distinctive Features, Shown by Its Statutes, Judicial Decisions, and Illustrative Facts*. New York: American and Foreign Anti-Slavery Society, 1853.

Goodnight, Charles J., and Lori Stevens. "Experimental Studies of Group Selection: What Do They Tell Us about Group Selection in Nature?" *American Naturalist* 150, no. S1 (1997): s59–s79.

Goodwin, Stephen B., Barak A. Cohen, and William E. Fry. "Panglobal Distribution of a Single Clonal Lineage of the Irish Potato Famine Fungus." *PNAS* 91, no. 24 (1994): 11591–11595.

Gordon, Deborah M. "The Organization of Work in Social Insect Colonies." *Nature* 380 (1996): 121–124.

Gordon, Mary L. "The Nationality of Slaves under the Early Roman Empire." *Journal of Roman Studies* 14, no. 1924 (1924): 93–111.

Gould, Stephen Jay. *Ontogeny and Phylogeny*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 1977.

Grant, Peter R., and B. Rosemary Grant. "Unpredictable Evolution in a 30-Year Study of Darwin's Finches." *Science* 296, no. 5568 (2002): 707–711.

Graves, Kersey. *The World's Sixteen Crucified Saviors; or, Christianity before Christ, Containing New, Startling, and Extraordinary Revelations in Religious History, Which Disclose the Oriental Origin of All the Doctrines, Principles, Precepts, and Miracles of the Christian New Testament, and Furnishing a Key for Unlocking Many of Its Sacred Mysteries, Besides Comprising the History of*

16 Heathen Crucified Gods. 6th ed. New Hyde Park, NY: University Books, 1971.

Gray, Russell D., and Quentin D. Atkinson. "Language-Tree Divergence Times Support the Anatolian Theory of Indo-European Origin." *Nature* 426 (2003): 435–439.

Gray, Russell D., and Fiona M. Jordan. "Language Trees Support the Express-Train Sequence of Austronesian Expansion." *Nature* 405 (2000): 1052–1055.

Griffin, Dale W., and Christina A. Kellogg. "Dust Storms and Their Impact on Ocean and Human Health: Dust in Earth's Atmosphere." *EcoHealth* 1 (2004): 284–295.

Groot, Rudolf S. de, Matthew A. Wilson, and Roelof M. J. Boumans. "A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Service." *Ecological Economics* 41, no. 3 (2002): 393–408.

Guerra-Doce, Elisa. "The Origins of Inebriation: Archaeological Evidence of the Consumption of Fermented Beverages and Drugs in Prehistoric Eurasia." *Journal of Archaeological Method and Theory* 22, no. 3 (2015): 751–782.

Haarmann, Thomas, Yvonne Rolke, Sabine Giesbert, and Paul Tudzynski. "Ergot: From Witchcraft to Biotechnology." *Molecular Plant Pathology* 10, no. 4 (2009): 563–577.

Hajar, Lara, Louis François, Carla Khater, Ihab Jomaa, Michel Déqué, and Rachid Cheddadi. "*Cedrus libani* (A. Rich) Distribution in Lebanon: Past, Present and Future." *Comptes Rendus Biologies* 333, no. 8 (2010): 622–626.

Hallett, Steve, and John Wright. *Life without Oil: Why We Must Shift to a New Energy Future*. Amherst, MA: Prometheus, 2011.

Hamilton, William D. "Geometry for Selfish Herd." *Journal of Theoretical Biology* 31, no. 2 (1971): 295–311.

Hamilton, William D., Robert Axelrod, and Reiko Tanese. "Sexual Reproduction as an Adaptation to Resist Parasites (a Review)." *PNAS* 87 (1990): 3566–3573.

Hansen, Matthew C., Stephen V. Stehman, and Peter V. Potapov. "Quantification of Global Gross Forest Cover Loss." *PNAS* 107, no. 19 (2010): 8650–8655.

Harari, Yuval. *Sapiens: A Brief History of Humankind*. New York: Harper, 2015.

Hardin, Garrett. "The Tragedy of the Commons." *Science* 162, no. 3859 (1968): 1243–1248.

Harper, John L. *Population Biology of Plants*. Academic Press, 1977.

Harvell, C. Drew, Kiho Kim, JoAnn M. Burkholder, Rita R. Colwell, Paul R. Epstein, D. Jay Grimes, Eileen E. Hofmann, et al. "Review: Marine Ecology—Emerging Marine Diseases—Climate Links and Anthropogenic Factors." *Science* 285, no. 5433 (1999): 1505–1510.

Haug, Gerald H., Detlef Günther, Larry C. Peterson, Daniel M. Sigman, Konrad A. Hughen, and Beat Aeschlimann. "Climate and the Collapse of Maya Civilization." *Science* 299, no. 5613 (2003): 1731–1735.

He, Qiang, Mark D. Bertness, John F. Bruno, Bo Li, Guoqian Chen, Tyler C. Coverdale, Andrew H. Altieri, et al. "Economic Development and Coastal Ecosystem Change in China." *Scientific Reports* 4 (2014).

Heckman, Daniel S., David M. Geiser, Brooke R. Eidell, Rebecca L. Stauffer, Natalie L. Kardos, and S. Blair Hedges. "Molecular Evidence for the Early Colonization of Land by Fungi and Plants." *Science* 293, no. 5532 (2001): 1129–1133.

Heisenberg, Werner. "Über den anschaulichen Inhalt der Quantentheoretischen Kinematik und Mechanik." *Zeitschrift für Physik* 43 (1927): 172–198.

Henshilwood, Christopher S., Francesco d'Errico, Marian Vanhaeren, Karen van Niekerk, and Zenobia Jacobs. "Middle Stone Age Shell Beads from South Africa." *Science* 304, no. 5669 (2004): 404.

Henshilwood, Christopher S., Francesco d'Errico, Karen L. van Niekerk, Yvan Coquinot, Zenobia Jacobs, Stein-Erik Lauritzen, Michel Menu, and Renata Garcia-Moreno. "A 100,000-Year-Old Ochre-Processing Workshop at Blombos Cave, South Africa." *Science* 334, no. 6053 (2011): 219–222.

Henshilwood, Christopher S., Francesco d'Errico, Royden Yates, Zenobia Jacobs, Chantal Tribolo, Geoff A. T. Duller, Norbert Mercier, et al. "Emergence of Modern Human Behavior: Middle Stone Age Engravings from South Africa." *Science* 295, no. 5558 (2002): 1278–1280.

Hershkovitz, Israel, Ofer Marder, Avner Ayalon, Miryam Bar-Matthews, Gal Yasur, Elisabetta Boaretto, Valentina Caracuta, et al. "Levantine Cranium from Manot Cave (Israel) Foreshadows the First European Modern Humans." *Nature* 520 (2015): 216–219.

Heuer, Holger, Heike Schmitt, and Kornelia Smalla. "Antibiotic Resistance Gene Spread Due to Manure Application on Agricultural Fields." *Current Opinion in Microbiology* 14, no. 3 (2011): 236–243.

Hewitt, Godfrey. "The Genetic Legacy of the Quaternary Ice Ages." *Nature* 405 (2000): 907–913.

Hockett, Bryan, and Jonathan Haws. "Nutritional Ecology and Diachronic Trends in Paleolithic Diet and Health." *Evolutionary Anthropology* 12, no. 5 (2003): 211–216.

Hodges, Henry. *Technology in the Ancient World.* New York: Knopf, 1994.

Hoegh-Guldberg, Ove, Peter J. Mumby, Anthony J. Hooten, Robert S. Steneck, Patrick Greenfield, Elizabeth Gomez, C. Drew Harvell, et al. "Coral Reefs under Rapid Climate Change and Ocean Acidification." *Science* 318, no. 5857 (2007): 1737–1742.

Hoffecker, John F., W. Roger Powers, and Ted Goebel. "The Colonization of Beringia and the Peopling of the New World." *Science* 259, no. 5091 (1993): 46–53.

Hofmann, Albert. "Historical View on Ergot Alkaloids." *Pharmacology* 16, supp. no. 1 (1978): 1–11.

Holdren, John P., and Paul R. Ehrlich. "Human Population and the Global Environment: Population Growth, Rising Per Capita Material Consumption, and Disruptive Technologies Have Made Civilization a Global Ecological Force." *American Scientist* 62, no. 3 (1974): 282–292.

Hong, Beverly. "Politeness in Chinese: Impersonal Pronouns and Personal Greetings." *Anthropological Linguistics* 27, no. 2 (1985): 204–213.

Horne, Lee. "Fuel for the Metal Worker: The Role of Charcoal and Charcoal Production in Ancient Metallurgy." *Expedition: The Magazine of the University of Pennsylvania* 25, no. 1 (1982): 6–13.

Hortolà, Policarp, and Bienvenido Martínez-Navarro. "The Quaternary Megafaunal Extinction and the Fate of Neanderthals: An Integrative Working Hypothesis." *Quaternary International* 295 (2013): 69–72.

Hosokawa, Takahiro, Ryuichi Koga, Yoshitomo Kikuchi, Xian-Ying Meng, and Takema Fukatsu. "*Wolbachia* as a Bacteriocyte-Associated Nutritional Mutualist." *PNAS* 107, no. 2 (2010): 769–774.

Houston, Stephen, and David Stuart. "Of Gods, Glyphs and Kings: Divinity and Rulership among the Classic Maya." *Antiquity* 70, no. 268 (1996): 289–312.

Hrdy, Sarah Blaffer. "Infanticide among Animals: A Review, Classification, and Examination of the Implications for the Reproductive Strategies of Females." *Ethology and Sociobiology* 1, no. 1 (1979): 13–40.

———. "Infanticide as a Reproductive Strategy—A Citation-Classic Commentary on 'Infanticide among Animals: A Review, Classification, and Examination of the Implications for the Reproductive Strategies of Females.' " *Agriculture Biology and Environmental Sciences* 40 (1991).

Hubbell, Stephen P. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Monographs in Population Biology. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2001.

Hubble, Edwin. "A Relation between Distance and Radial Velocity among Extra-Galactic Nebulae." *PNAS* 15, no. 3 (1929): 168–173.

Hublin, Jean-Jacques. "The Earliest Modern Human Colonization of Europe." *PNAS* 109, no. 34 (2012): 13471–13472.

Huffman, Michael A. "Current Evidence for Self-Medication in Primates: A Multidisciplinary Perspective." *Yearbook of Physical Anthropology* 104, no. S25 (1997): 171–200.

Huffman, Michael A., Shunji Gotoh, Linda A. Turner, Miya Hamai, and Kozo Yoshida. "Seasonal Trends in Intestinal Nematode Infection and Medicinal Plant Use among Chimpanzees in the Mahale Mountains, Tanzania." *Primates* 38, no. 2 (1997): 111–125.

Hughes, J. Donald. "Ancient Deforestation Revisited." *Journal of the History of Biology* 44, no. 1 (2011): 43–57.

Hughes, J. Donald, and Jack V. Thirgood. "Deforestation, Erosion, and Forest Management in Ancient Greece and Rome." *Journal of Forest History* 26, no. 2 (1982): 60–75.

Hughes, Terence P. "Catastrophes, Phase Shifts, and Large-Scale Degradation of a Caribbean Coral Reef." *Science* 265, no. 5178 (1994): 1547–1551.

Hung, Hsiao-Chun, Yoshiyuki Iizuka, Peter Bellwood, Kim Dung Nguyen, Bérénice Bellina, Praon Silapanth, Eusebio Dizon, et al. "Ancient Jades Map 3,000 Years of Prehistoric Exchange in Southeast Asia." *PNAS* 104, no. 50 (2007): 19745–19750.

Hunt, Alan. *Governance of the Consuming Passions: A History of Sumptuary Law*. New York: St. Martin's, 1996.

Hunt, Terry, and Carl Lipo. *The Statues That Walked: Unraveling the Mystery of Easter Island*. New York: Simon & Schuster, 2011.

Huntington, Samuel P. *The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order*. New York: Simon & Schuster, 1997.

Huskinson, Janet. "Some Pagan Mythological Figures and Their Significance in Early Christian Art." *Papers of the British School at Rome* 42 (1974): 68–97.

Hutchinson, G. Evelyn. *The Ecological Theater and the Evolutionary Play*. New Haven, CT: Yale University Press, 1965.

Hutton, James. *System of the Earth, 1785: Theory of the Earth, 1788. Observations on Granite, 1794. Together with Playfair's Biography of Hutton*. Contributions to the History of Geology series. New York: Hafner, 1970.

Huxley, Aldous. *Brave New World*. New York: Harper & Brothers, 1932.

———. *The Doors of Perception and Heaven and Hell*. New York: HarperCollins, 1954.

Inglesby, Thomas V., David T. Dennis, Donald A. Henderson, John G. Bartlett, Michael S. Ascher, Edward Eitzen, Anne D. Fine, et al. "Plague as a Biological Weapon: Medical and Public Health Management." *JAMA* 283, no. 17 (2000): 2281–2290.

Jablonski, Nina G. "The Naked Truth: Why Humans Have No Fur." *Scientific American* (Feb. 2010): 42–49.

Jacobs, Zenobia, Richard G. Roberts, Rex F. Galbraith, Hilary J. Deacon, Rainer Grün, Alex Mackay, Peter Mitchell, Ralf Vogelsang, and Lyn Wadley. "Ages for the Middle Stone Age of Southern Africa: Implications for Human Behavior and Dispersal." *Science* 322, no. 5902 (2008): 733–735.

Jacobsen, Thorkild, and Robert M. Adams. "Salt and Silt in Ancient Mesopotamian Agriculture." *Science* 128, no. 3334 (1958): 1251–1258.

James, Peter, and Nick J. Thorpe. *Ancient Inventions*. New York: Ballantine, 1994.

Janzen, Daniel H. "Coevolution of Mutualism between Ants and Acacias in Central America." *Evolution* 20, no. 3 (1966): 249–275.

Jew, Stephanie, Suhad S. AbuMweis, and Peter J. H. Jones. "Evolution of the Human Diet: Linking Our Ancestral Diet to Modern Functional Foods as a Means of Chronic Disease Prevention." *Journal of Medicinal Food* 12, no. 5 (2009): 925–934.

Ji, Rimutu, Peng Cui, Feng Ding, Hongwei Gao, Heping Zhang, Jun Yu, Songnian Hu, and He Meng. "Monophyletic Origin of Domestic Bactrian

Camel (*Camelus bactrianus*) and Its Evolutionary Relationship with the Extant Wild Camel (*Camelus bactrianus ferus*)." *Animal Genetics* 40, no. 4 (2009): 377–382.

Johnson, Dominic D. P. "God's Punishment and Public Goods: A Test of the Supernatural Punishment Hypothesis in 186 World Cultures." *Human Nature* 16, no. 4 (2005): 410–446.

Johnston, Richard F., David M. Niles, and Sievert A. Rohwer. "Hermon Bumpus and Natural Selection in the House Sparrow *Passer domesticus*." *Evolution* 26, no. 1 (1972): 20–31.

Jones, Robert L., and Harold C. Hanson. *Mineral Licks, Geophagy, and Biogeochemistry of North American Ungulates*. Ames: Iowa State University Press, 1985.

Kaijser, Arne. "System Building from Below: Institutional Change in Dutch Water Control Systems." *Technology and Culture* 43, no. 3 (2002): 521–548.

Kaplan, Jed O., Kristen M. Krumhardt, and Niklaus Zimmermann. "The Prehistoric and Preindustrial Deforestation of Europe." *Quaternary Science Reviews* 28, nos. 27–28 (2009): 3016–3034.

Kardos, Nelson, and Arnold Demain. "Penicillin: The Medicine with the Greatest Impact on Therapeutic Outcomes." *Applied Microbiology and Biotechnology* 92, no. 4 (2011): 677–687.

Katz, Solomon H., and Mary M. Voigt. "Bread and Beer." *Expedition: The Magazine of the University of Pennsylvania* 28, no. 2 (1986): 23–34.

Keeley, Jon E., and Paul H. Zedler. "Evolution of Life Histories in *Pinus*." Pp. 219–250 in David Richardson, ed., *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998.

Kellum, Barbara A. "Infanticide in England in the Later Middle Ages." *History of Childhood Quarterly* 1, no. 3 (1974): 367–388.

Kettlewell, Henry Bernard D. "Phenomenon of Industrial Melanism in Lepidoptera." *Annual Review of Entomology* 6 (1961): 245–262.

Kimura, Motoo. *The Neutral Theory of Molecular Genetics*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1983.

Kirchman, David L., Xosé Anxelu G. Morán, and Hugh Ducklow. "Microbial Growth in the Polar Oceans—Role of Temperature and Potential Impact of Climate Change." *Nature Reviews Microbiology* 7 (2009): 451–459.

Kirk, Ruth, and Richard D. Daugherty. *Hunters of the Whale: An Adventure of Northwest Coast Archaeology*. New York: Morrow, 1974.

Kirwan, Matthew L., and J. Patrick Megonigal. "Tidal Wetland Stability in the Face of Human Impacts and Sea-Level Rise." *Nature* 504 (2013): 53–60.

Kittler, Ralf, Manfred Kayser, and Mark Stoneking. "Molecular Evolution of *Pediculus humanus* and the Origin of Clothing." *Current Biology* 13, no. 16 (2004): 1414–1417.

Knell, Robert J. "Syphilis in Renaissance Europe: Rapid Evolution of an Introduced Sexually Transmitted Disease?" *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 271, no. 4 (2004): S174–S176.

Knowlton, Nancy, and J. B. C. Jackson. "The Ecology of Coral Reefs." Pp. 395–417 in Mark D. Bertness, Steven D. Gaines, and Mark E. Hay, eds., *Marine Community Ecology*. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2001.

Koebnick, Corinna, Carola Strassner, Ingrid Hoffmann, and Claus Leitzmann. "Consequences of a Long-Term Raw Food Diet on Body Weight and Menstruation: Results of a Questionnaire Survey." *Annals of Nutrition and Metabolism* 43, no. 2 (1999): 69–79.

Koganemaru, Reina, and Dini M. Miller. "The Bed Bug Problem: Past, Present, and Future Control Methods." *Pesticide Biochemistry and Physiology* 106, no. 3 (2013): 177–189.

Kohn, George C. *Dictionary of Wars*. New York: Checkmark, 2006.

Kolars, Joseph C., Michael D. Levitt, Mostafa Aouji, and Dennis A. Savaiano. "Yogurt—An Autodigesting Source of Lactose." *New England Journal of Medicine* 310, no. 1 (1984): 1–3.

Koskella, Britt, Lindsay J. Hall, and C. Jessica E. Metcalf. "The Microbiome beyond the Horizon of Ecological and Evolutionary Theory." *Nature Ecology & Evolution* 1, no. 11 (2017): 1606.

Krebs, John R. "The Gourmet Ape: Evolution and Human Food Preferences." *American Journal of Clinical Nutrition* 90, no. 3 (2009): 707s–711s.

Kremer, Michael. "Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990." *Quarterly Journal of Economics* 108, no. 3 (1993): 681–716.

Krishnamani, R., and William C. Mahaney. "Geophagy among Primates: Adaptive Significance and Ecological Consequences." *Animal Behaviour* 59, no. 5 (2000): 899–915.

Kurlansky, Mark. *The Big Oyster: History on the Half Shell*. New York: Random House, 2007.

———. *Salt: A World History*. New York: Walker, 2002.

Lafferty, Kevin D., and Armand M. Kuris. "Parasitic Castration: The Evolution and Ecology of Body Snatchers." *Trends in Parasitology* 25, no. 12 (2009): 564–572.

Lane, Nick. *Life Ascending: The Ten Great Inventions of Evolution*. New York: W.W. Norton, 2009.

Langevelde, Frank Van, Claudius A. D. M. Van De Vijver, Lalit Kumar, Johan Van De Koppel, Nico De Ridder, Jelte Van Andel, Andrew K. Skidmore, et al. "Effects of Fire and Herbivory on the Stability of Savanna Ecosystems." *Ecology* 84, no. 2 (2003): 337–350.

Lantz, Paula M., and Karen M. Booth. "The Social Construction of the Breast Cancer Epidemic." *Social Science & Medicine* 46, no. 7 (1998): 907–918.

Larsen, Clark Spencer. "Biological Changes in Human Populations with Agriculture." *Annual Review of Anthropology* 24, no. 1 (1995): 185–213.

Larson, Greger, Umberto Albarella, Keith Dobney, Peter Rowley-Conwy, Jörg Schibler, Anne Tresset, Jean-Denis Vigne, et al. "Ancient DNA, Pig

Domestication, and the Spread of the Neolithic into Europe." *PNAS* 104, no. 39 (2007): 15276–15281.

Lawrence, David R. "Oysters as Geoarchaeologic Objects." *Geoarchaeology* 3, no. 4 (1988): 267–274.

Lazar, Mitchell A. "How Obesity Causes Diabetes: Not a Tall Tale." *Science* 307, no. 5708 (2005): 373–375.

Leconte, Jérémy, François Forget, Benjamin Charnay, Robin Wordsworth, and Alizée Pottier. "Increased Insolation Threshold for Runaway Greenhouse Processes on Earth-Like Planets." *Nature* 504 (2013): 268–271.

Lee, Richard B., and Richard Daly, eds. *The Cambridge Encyclopedia of Hunters and Gatherers*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999.

Lee, Yun Kyung, and Sarkis K. Mazmanian. "Has the Microbiota Played a Critical Role in the Evolution of the Adaptive Immune System?" *Science* 330, no. 6012 (2010): 1768–1773.

Lemaître, Georges. "Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques." *Annals of the Scientific Society of Brussels A* 47 (1927): 49–59.

Leonard, William R., and Marcia L. Robertson. "Evolutionary Perspectives on Human Nutrition: The Influence of Brain and Body Size on Diet and Metabolism." *American Journal of Human Biology* 6, no. 1 (1994): 77–88.

———. "Rethinking the Energetics of Bipedality." *Current Anthropology* 38, no. 2 (1997): 304–309.

Leroi-Gourhan, Arlette. "The Flowers Found with Shanidar Iv: A Neanderthal Burial in Iraq." *Science* 190, no. 4214 (1975): 562–564.

Lewontin, Richard, Steven Rose, and Leon Kamin. *Not in Our Genes: Biology, Ideology and Human Nature*. New York: Pantheon, 1984.

Ley, Ruth E., Daniel A. Peterson, and Jeffrey I. Gordon. "Ecological and Evolutionary Forces Shaping Microbial Diversity in the Human Intestine." *Cell* 124, no. 4 (2006): 837–848.

Li, Min, Baohong Wang, Menghui Zhang, Mattias Rantalainen, Shengyue Wang, Haokui Zhou, Yan Zhang, et al. "Symbiotic Gut Microbes Modulate Human Metabolic Phenotypes." *PNAS* 105, no. 6 (2008): 2117–2122.

Liu, Wu, María Martinón-Torres, Yan-jun Cai, Song Xing, Hao-wen Tong, Shu-wen Pei, Mark Jan Sier, et al. "The Earliest Unequivocally Modern Humans in Southern China." *Nature* 526 (2015): 696–699.

Livy, Titus. *The History of Rome—Book V.* New York: Macmillan, 1905.

Losos, Jonathan B., Kenneth I. Warheitt, and Thomas W. Schoener. "Adaptive Differentiation Following Experimental Island Colonization in Anolis Lizards." *Nature* 387 (1997): 70–73.

Lotze, H. K., and L. McClenachan, L. "Marine Historical Ecology: Informing the Future by Learning from the Past." In M. D. Bertness, J. F. Bruno, and J. J. Stachowicz, eds., *Marine Community Ecology and Conservation*. Sunderland, MA: Sinauer, 2013.

Ludwig, Arne, Melanie Pruvost, Monika Reissmann, Norbert Benecke, Gudrun A. Brockmann, Pedro Castaños, Michael Cieslak, et al. "Coat Color Variation at the Beginning of Horse Domestication." *Science* 324, no. 5926 (2009): 485.

Lukacs, John R. "Fertility and Agriculture Accentuate Sex Differences in Dental Caries Rates." *Current Anthropology* 49, no. 5 (2008): 901–914.

Lyell, Charles. *Principles of Geology: Being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface, by Reference to Causes Now in Operation.* London: J. Murray, 1830.

MacKenzie, Clyde L., Jr. "History of Oystering in the United States and Canada, Featuring the Eight Greatest Oyster Estuaries." *Marine Fisheries Review* 58, no. 4 (1996): 1–78.

Majno, Guido. *The Healing Hand: Man and Wound in the Ancient World.* Cambridge, MA: Harvard University Press, 1975.

Mallory, Walter H. *China: Land of Famine.* New York: American Geographical Society, 1926.

Margulis, Lynn. *Origin of Eukaryotic Cells: Evidence and Research Implications for a Theory of the Origin and Evolution of Microbial, Plant and Animal Cells on the Precambrian Earth.* New Haven: Yale University Press, 1970.

———. "Symbiogenesis: A New Principle of Evolution Rediscovery of Boris Mikhaylovich Kozo-Polyansky (1890–1957)." *Paleontological Journal* 44, no. 12 (2010): 1525–1539.

Margulis, Lynn, and Dorion Sagan. *Microcosmos: Four Billion Years of Microbial Evolution.* Mono, ON: Summit, 1986.

Marshall, Larry G. "Land Mammals and the Great American Interchange." *American Scientist* 76, no. 4 (1988): 380–388.

Marteau, Philippe R., Michael de Vrese, Christophe J. Cellier, and Jürgen Schrezenmeir. "Protection from Gastrointestinal Diseases with the Use of Probiotics." *American Journal of Clinical Nutrition* 73, no. 2 (2001): 430s–436s.

Martin, Paul S. *Twilight of the Mammoths: Ice Age Extinctions and the Rewilding of America.* Berkeley: University of California Press, 2005.

Martínez, Ignacio, Juan Luis Arsuaga, Rolf Quam, José Miguel Carretero, Ana Gracia, and Laura Rodríguez. "Human Hyoid Bones from the Middle Pleistocene Site of the Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spain)." *Journal of Human Evolution* 54, no. 1 (2008): 118–124.

Maturana, Humberto, and Francisco Varela. *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living.* New York: Springer Netherlands, 1980.

McCullough, David. *The Path between the Seas: The Creation of the Panama Canal, 1870–1914.* New York: Simon and Schuster, 1977.

McGovern, Patrick E., Juzhong Zhang, Jigen Tang, Zhiqing Zhang, Gretchen R. Hall, Robert A. Moreau, Alberto Nuñez, et al. "Fermented Beverages of Pre- and Proto-Historic China." PNAS 101, no. 51 (2004): 17593–17598.

McGrath, Alister E. *An Introduction to Christianity.* Malden, MA: Wiley-Blackwell, 1997.

McKenna, Caitlin. "When Santa Was a Mushroom: *Amanita muscaria* and the Origins of Christmas." Entheology.com, Oct. 1, 2013.

McKenna, Terence. *Food of the Gods: The Search for the Original Tree of Knowledge: A Radical History of Plants, Drugs and Human Evolution*. New York: Random House, 1992.

Medlock, Jolyon M., Kayleigh M. Hansford, Francis Schaffner, Veerle Versteirt, Guy Hendrickx, Hervé Zeller, and Wim van Bortel. "A Review of the Invasive Mosquitoes in Europe: Ecology, Public Health Risks, and Control Options." *Vector Borne and Zoonotic Diseases* 12 (2012): 435–447.

Megaw, Vincent, Graham Morgan, and Thomas Stöllner. "Ancient Salt-Mining in Austria." *Antiquity* 74, no. 283 (2000): 17–18.

Meinshausen, Malte, Nicolai Meinshausen, William Hare, Sarah C. B. Raper, Katja Frieler, Reto Knutti, David J. Frame, and Myles R. Allen. "Greenhouse-Gas Emission Targets for Limiting Global Warming to 2°C." *Nature* 458 (2009): 1158–1162.

Meiroop, Marc Van De. *A History of the Ancient Near East, ca. 3000–323 BC*. Malden, MA: Wiley-Blackwell, 2009.

Melosh, H. Jay. "The Rocky Road to Panspermia." *Nature* 332 (1988): 687–688.

Menze, Bjoern H., and Jason A. Ur. "Mapping Patterns of Long-Term Settlement in Northern Mesopotamia at a Large Scale." *PNAS* 109, no. 14 (2012): E778–E787.

Merlin, Mark. D. "Archaeological Evidence for the Tradition of Psychoactive Plant Use in the Old World." *Economic Botany* 57, no. 3 (2003): 295–323.

Mikesell, Marvin W. "The Deforestation of Mount Lebanon." *Geographical Review* 59, no. 1 (1969): 1–28.

Miller, Gifford H., Marilyn L. Fogel, John W. Magee, Michael K. Gagan, Simon J. Clarke, and Beverly J. Johnson. "Ecosystem Collapse in Pleistocene Australia and a Human Role in Megafaunal Extinction." *Science* 309, no. 5732 (2005): 287–290.

Miller, Naomi F. "Paleoethnobotanical Evidence for Deforestation in Ancient Iran: A Case Study of Urban Malyan." *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 5, no. 1 (1985): 1–19.

Miller, Richard J. *Drugged: The Science and Culture behind Psychotropic Drugs*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2013.

Milner, Larry Stephen. *Hardness of Heart/Hardness of Life: The Stain of Human Infanticide*. Lanham, MD: University Press of America, 2000.

Mithen, Steven. *After the Ice: A Global Human History, 20,000–5000 BC*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2004.

Mittelbach, Gary George. *Community Ecology*. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2012.

Moal, Vanessa Liévin-Le, and Alain L. Servin. "The Front Line of Enteric Host Defense against Unwelcome Intrusion of Harmful Microorganisms: Mucins, Antimicrobial Peptides, and Microbiota." *Clinical Microbiology Reviews* 19, no. 2 (2006): 315–337.

Morelli, Giovanna, Yajun Song, Camila J. Mazzoni, Mark Eppinger, Philippe Roumagnac, David M. Wagner, Mirjam Feldkamp, et al. "*Yersinia pestis* Genome Sequencing Identifies Patterns of Global Phylogenetic Diversity." *Nature Genetics* 42 (2010): 1140–1143.

Motulsky, Arno G. "Metabolic Polymorphisms and the Role of Infectious Diseases in Human Evolution (Reprinted)." *Human Biology* 61, nos. 5–6 (1989): 834–869.

Mouginot, Jeremie, Eric Rignot, Bernd Scheuchl, Ian Fenty, Ala Khazendar, Mathieu Morlighem, Arnaud Buzzi, and John Paden. "Fast Retreat of Zachariæ Isstrøm, Northeast Greenland." *Science* 350, no. 6266 (2015): 1357–1361.

Mourre, Vincent, Paola Villa, and Christopher S. Henshilwood. "Early Use of Pressure Flaking on Lithic Artifacts at Blombos Cave, South Africa." *Science* 330 (2010): 659–662.

Myers, Ransom A., and Boris Worm. "Rapid Worldwide Depletion of Predatory Fish Communities." *Nature* 423 (2003): 280–283.

National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases. "Antibiotic/Antimicrobial Resistance (Ar/Amr)." CDC.gov, https://www.cdc.gov/drugresistance (accessed August 21, 2019).

Neel, James V. "Diabetes Mellitus: A 'Thrifty' Genotype Rendered Detrimental by 'Progress.' " *American Journal of Human Genetics* 14 (1962): 353–362.

Nef, John Ulric. *The Rise of the British Coal Industry*. Abingdon, UK: Routledge, 1932.

Neu, Harold C. "The Crisis in Antibiotic Resistance." *Science* 257, no. 5073 (1992): 1064–1073.

Nicholson, Jeremy K., Elaine Holmes, James Kinross, Remy Burcelin, Glenn Gibson, Wei Jia, and Sven Pettersson. "Host-Gut Microbiota Metabolic Interactions." *Science* 336, no. 6086 (2012): 1262–1267.

O'Donnell, Sean. "How Parasites Can Promote the Expression of Social Behaviour in Their Hosts." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 264, no. 1382 (1997): 689–694.

Orth, Robert J., Tim J. B. Carruthers, William C. Dennison, Carlos M. Duarte, James W. Fourqurean, Kenneth L. Heck, A. Randall Hughes, et al. "A Global Crisis for Seagrass Ecosystems." *BioScience* 56, no. 12 (2006): 987–996.

Ottaway, Barbara S. "Innovation, Production and Specialization in Early Prehistoric Copper Metallurgy." *European Journal of Archaeology* 4, no. 1 (2001): 87–112.

Outram, Alan K., Natalie A. Stear, Robin Bendrey, Sandra Olsen, Alexei Kasparov, Victor Zaibert, Nick Thorpe, and Richard P. Evershed. "The Earliest Horse Harnessing and Milking." *Science* 323, no. 5919 (2009): 1332–1335.

Ozawa, Sachiko, Meghan L. Stack, David M. Bishai, Andrew Mirelman, Ingrid K. Friberg, Louis Niessen, Damian G. Walker, and Orin S.

Levine. "During the 'Decade of Vaccines,' the Lives of 6.4 Million Children Valued at $231 Billion Could Be Saved." *Health Affairs* 30, no. 6 (2011): 1010–1020.

Pagel, Mark. "Human Language as a Culturally Transmitted Replicator." *Nature Reviews Genetics* 10 (2009): 405–415.

Pagel, Mark, Quentin D. Atkinson, Andreea S. Calude, and Andrew Meade. "Ultraconserved Words Point to Deep Language Ancestry across Eurasia." *PNAS* 110, no. 21 (2013): 8471–8476.

Pagnier, Josee, J. Gregory Mears, Olga Dunda-Belkhodja, Kim E. Schaefer-Rego, Cherif Beldjord, Ronald L. Nagel, and Dominque Labie. "Evidence for the Multicentric Origin of the Sickle-Cell Hemoglobin Gene in Africa." *PNAS* 81, no. 6 (1984): 1771–1773.

Pahnke, Walter M. "Drugs and Mysticism: An Analysis of the Relationship between Psychedelic Drugs and the Mystical Consciousness." PhD thesis, Harvard University, 1963.

Paine, Robert T. "Food Web Complexity and Species Diversity." *American Naturalist* 100, no. 910 (1966): 65–75.

Patinkin, Jason. "Rape Stands Out Starkly in S. Sudan War Known for Brutality." *Christian Science Monitor*, July 27, 2014.

Pedrosa, Susana, Metehan Uzun, Juan-José Arranz, Beatriz Gutiérrez-Gil, Fermín San Primitivo, and Yolanda Bayón. "Evidence of Three Maternal Lineages in Near Eastern Sheep Supporting Multiple Domestication Events." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272, no. 1577 (2005): 2211–2217.

Pennisi, Elizabeth. "Encode Project Writes Eulogy for Junk DNA." *Science* 337, no. 6099 (2012): 1159–1161.

Petigura, Erik A., Andrew W. Howard, and Geoffrey W. Marcy. "Prevalence of Earth-Size Planets Orbiting Sun-Like Stars." *PNAS* 110, no. 48 (2013): 19273–19278.

Peto, Julian, Clare Gilham, Olivia Fletcher, and Fiona E. Matthews. "The Cervical Cancer Epidemic That Screening Has Prevented in the UK." *Lancet* 364, no. 9430 (2004): 249–256.

Pinker, Steven. *The Better Angels of Our Nature: Why Violence Has Declined.* New York: Penguin, 2012.

———. *The Blank Slate: The Modern Denial of Human Nature*. New York: Viking, 2002.

Pollock, Susan. *Ancient Mesopotamia: The Eden That Never Was.* Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999.

Postgate, J. Nicholas. *Early Mesopotamia: Society and Economy at the Dawn of History*. New York: Routledge, 1994.

Pringle, Robert M., Daniel F. Doak, Alison K. Brody, Rudy Jocqué, and Todd M. Palmer. "Spatial Pattern Enhances Ecosystem Functioning in an African Savanna." *PloS Biology* 8, no. 5 (2010).

Purugganan, Michael D., and Dorian Q. Fuller. "The Nature of Selection during Plant Domestication." *Nature* 457 (2009): 843–848.

Qin, Junjie, Ruiqiang Li, Jeroen Raes, Manimozhiyan Arumugam, Kristoffer Solvsten Burgdorf, Chaysavanh Manichanh, Trine Nielsen, et al. "A Human Gut Microbial Gene Catalogue Established by Metagenomic Sequencing." *Nature* 464 (2010): 59–65.

Ratkowsky, David A., J. Olley, Thomas. A. McMeekin, and Andrew Ball. "Relationship between Temperature and Growth Rate of Bacterial Cultures." *Journal of Bacteriology* 149, no. 1 (1982): 1–5.

Redfield, Alfred C. "Development of a New England Salt Marsh." *Ecological Monographs* 42, no. 2 (1972): 201–237.

———. "Ontogeny of a Salt Marsh Estuary." *Science* 147, no. 3653 (1965): 50–55.

Reilly, Robert R. *The Closing of the Muslim Mind: How Intellectual Suicide Created the Modern Islamist Crisis.* Wilmington, DE: ISI Books, 2010.

Reimold, Robert J., and William H. Queen, eds. *Ecology of Halophytes.* Cambridge, MA: Academic Press, 1964.

Reneke, Dave. "Was the Christmas Star Real?" *Australasian Science* (Nov./Dec. 2009).

Renterghem, Tony Van. *When Santa Was a Shaman: The Ancient Origins of Santa Claus and the Christmas Tree.* Woodbury, MN: Llewellyn, 1995.

Revedin, Anna, Biancamaria Aranguren, Roberto Becattini, Laura Longo, Emanuele Marconi, Marta Mariotti Lippi, Natalia Skakun, et al. "Thirty Thousand-Year-Old Evidence of Plant Food Processing." *PNAS* 107, no. 44 (2010): 18815–18819.

Reznick, David N., Frank H. Shaw, F. Helen Rodd, and Ruth G. Shaw. "Evaluation of the Rate of Evolution in Natural Populations of Guppies (*Poecilia reticulata*)." *Science* 275, no. 5308 (1997): 1934–1937.

Rich, Stephen M., Fabian H. Leendertz, Guang Xu, Matthew LeBreton, Cyrille F. Djoko, Makoah N. Aminake, Eric E. Takang, et al. "The Origin of Malignant Malaria." *PNAS* 106, no. 35 (2009): 14902–14907.

Richard, Amy O'Neill. "International Trafficking in Women to the United States: A Contemporary Manifestation of Slavery and Organized Crime." Intelligence monograph. Washington, DC: Center for the Study of Intelligence, 1999.

Richardson, David, ed. *Ecology and Biogeography of Pinus.* Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998.

Roach, Neil T., Madhusudhan Venkadesan, Michael J. Rainbow, and Daniel E. Lieberman. "Elastic Energy Storage in the Shoulder and the Evolution of High-Speed Throwing in Homo." *Nature* 498 (2013): 483–486.

Robertson, D. Ross. "Social Control of Sex Reversal in a Coral-Reef Fish." *Science* 177, no. 4053 (1972): 1007–1009.

Rockley, Evelyn Cecil. *Primogeniture: A Short History of Its Development in Various Countries and Its Practical Effects*. London: J. Murray, 1895.

Rodhe, Henning, and Bo Svensson. "Impact on the Greenhouse Effect of Peat Mining and Combustion." *Ambio* 24, no. 4 (1995): 221–225.

Rogers, Alan R., David Iltis, and Stephen Wooding. "Genetic Variation at the MC1R Locus and the Time since Loss of Human Body Hair." *Current Anthropology* 45, no. 1 (2004): 105–108.

Ruck, Carl A. P., Jeremy Bigwood, Danny Staples, Jonathan Ott, and R. Gordon Wasson. "Entheogens." *Journal of Psychedelic Drugs* 11, no. 1 (1979): 145–146.

Rypien, Krystal L., Jason P. Andras, and C. Drew Harvell. "Globally Panmictic Population Structure in the Opportunistic Fungal Pathogen *Aspergillus sydowii*." *Molecular Ecology* 17, no. 18 (2008): 4068–4078.

Sachs, Jeffrey, and Pia Malaney. "The Economic and Social Burden of Malaria." *Nature* 415 (2002): 680–685.

Safe, Stephen H. "Environmental and Dietary Estrogens and Human Health: Is There a Problem?" *Environmental Health Perspectives* 103, no. 4 (1995): 346–351.

Sagan, Carl. *The Dragons of Eden: Speculations on the Evolution of Human Intelligence*. New York: Random House, 1977.

Sagan, Dorion, ed. *Lynn Margulis: The Life and Legacy of a Scientific Rebel*. White River Junction, VT: Chelsea Green, 2012.

Sala, Osvaldo E., III, F. Stuart Chapin, Juan J. Armesto, Eric Berlow, Janine Bloomfield, Rodolfo Dirzo, Elisabeth Huber-Sanwald, et al. "Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100." *Science* 287, no. 5459 (2000): 1770–1774.

Sallares, Robert, Abigail Bouwman, and Cecilia Anderung. "The Spread of Malaria to Southern Europe in Antiquity: New Approaches to Old Problems." *Medical History* 48, no. 3 (2004): 311–328.

Sandom, Christopher, Søren Faurby, Brody Sandel, and Jens-Christian Svenning. "Global Late Quaternary Megafauna Extinctions Linked to Humans, Not Climate Change." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281, no. 1787 (2014).

Sankararaman, Sriram, Nick Patterson, Heng Li, Svante Pääbo, and David Reich. "The Date of Interbreeding between Neandertals and Modern Humans." *PLoS Genetics* 8 (2012).

Scheffer, Marten, Stephen R. Carpenter, Timothy M. Lenton, Jordi Bascompte, William Brock, Vasilis Dakos, Johan van de Koppel, et al. "Anticipating Critical Transitions." *Science* 338, no. 6105 (2012): 344–348.

Schmidt, Klaus. "Göbekli Tepe, Southeastern Turkey: A Preliminary Report on the 1995–1999 Excavations." *Paléorient* 26, no. 1 (2000): 45–54.

———. "Göbekli Tepe—the Stone Age Sanctuaries: New Results of Ongoing Excavations with a Special Focus on Sculptures and High Reliefs." *Documenta Praehistorica* 37 (2010): 239–256.

Schoener, Thomas W. "Field Experiments on Interspecific Competition." *American Naturalist* 122, no. 2 (1983): 240–285.

Scholz, Piotr O. *Eunuchs and Castrati: A Cultural History*. Princeton, NJ: Markus Wiener, 2001.

Schwilk, Dylan W. "Flammability Is a Niche Construction Trait: Canopy Architecture Affects Fire Intensity." *American Naturalist* 162, no. 6 (2003): 725–733.

Schwilk, Dylan W., and David D. Ackerly. "Flammability and Serotiny as Strategies: Correlated Evolution in Pines." *Oikos* 94, no. 2 (2001): 326–336.

Shahar, Shulamith. *Childhood in the Middle Ages*. New York: Routledge, 1989.

Shea, John J., and Mathew L. Sisk. "Complex Projectile Technology and *Homo sapiens* Dispersal into Western Eurasia." *PaleoAnthropology* 2010 (2010): 100–122.

Sherby, Oleg D., and Jeffrey Wadsworth. "Ancient Blacksmiths, the Iron Age, Damascus Steels, and Modern Metallurgy." *Journal of Materials Processing Technology* 117, no. 3 (2001): 347–353.

Sherman, Paul W., and Jennifer Billing. "Darwinian Gastronomy: Why We Use Spices; Spices Taste Good Because They Are Good for Us." *BioScience* 49, no. 6 (1999): 453–463.

Shipman, Pat. *The Invaders: How Humans and Their Dogs Drove Neanderthals to Extinction*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 2015.

Shotyk, William, Dominik Weiss, Peter G. Appleby, Andriy K. Cheburkin, Marlies Gloor, Robert Frei, Jan D. Kramers, Stephen Reese, and William O. Van Der Knaap. "History of Atmospheric Lead Deposition since 12,370 C-14 Yr BP from a Peat Bog, Jura Mountains, Switzerland." *Science* 281, no. 5383 (1998): 1635–1640.

Sidanius, Jim, and Felicia Pratto. *Social Dominance: An Intergroup Theory of Social Hierarchy and Oppression*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999.

Siefker, Phyllis. *Santa Claus, Last of the Wild Men: The Origins and Evolution of Saint Nicholas, Spanning 50,000 Years*. Jefferson, NC: McFarland, 1996.

Silliman, Brian R., Edwin Grosholz, and Mark D. Bertness, eds. *Human Impacts on Salt Marshes: A Global Perspective*. Berkeley: University of California Press, 2009.

Simon, Herbert A. "The Architecture of Complexity." *Proceedings of the American Philosophical Society* 106, no. 6 (1962): 467–482.

Singh, Seema. "From Exotic Spice to Modern Drug?" *Cell* 130, no. 5 (2007): 765–768.

Smith, Fred H., Ivor Janković, and Ivor Karavanić. "The Assimilation Model, Modern Human Origins in Europe, and the Extinction of Neandertals." *Quaternary International* 137, no. 1 (2005): 7–19.

Snogerup, Sven, Mats Gustafsson, and Roland Von Bothmer. "Brassica Sect. Brassica (*Brassicaceae*) I. Taxonomy and Variation." *Willdenowia* 19, no. 2 (1990): 271–365.

Solomon, Susan, Dahe Qin, and Martin Manning. *Climate Change, 2007: The Physical Science Basis*, ed. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.

Spight, Thomas M. "Patterns of Change in Adjacent Populations of an Intertidal Snail, *Thais lamellose*." PhD thesis, University of Washington, 1972.

Spoor, Fred, Meave G. Leakey, Patrick N. Gathogo, Frank H. Brown, Susan C. Antón, Ian McDougall, Christopher Kiarie, Frederick K. Manthi, and Louise N. Leakey. "Implications of New Early *Homo* Fossils from Ileret, East of Lake Turkana, Kenya." *Nature* 448, no. 7154 (2007): 688–691.

Steadman, David W. "Prehistoric Extinctions of Pacific Island Birds: Biodiversity Meets Zooarchaeology." *Science* 267, no. 5201 (1995): 1123–1131.

Steffan-Dewenter, Ingolf, Simon G. Potts, and Laurence Packer. "Pollinator Diversity and Crop Pollination Services Are at Risk." *Trends in Ecology & Evolution* 20, no. 12 (2005): 651–652.

Steinbeck, John. *The Grapes of Wrath*. New York: Viking, 1939.

Steneck, Robert S., Michael H. Graham, Bruce J. Bourque, Debbie Corbett, Jon M. Erlandson, James A. Estes, and Mia J. Tegner. "Kelp Forest Ecosystems: Biodiversity, Stability, Resilience and Future." *Environmental Conservation* 29, no. 4 (2002): 436–459.

Stephenson, Andrew G. "Flower and Fruit Abortion: Proximate Causes and Ultimate Functions." *Annual Review of Ecology and Systematics* 12 (1981): 253–279.

Stevenson, Christopher M., Cedric O. Puleston, Peter M. Vitousek, Oliver A. Chadwick, Sonia Haoa, and Thegn N. Ladefoged. "Variation in Rapa Nui (Easter Island) Land Use Indicates Production and Population Peaks Prior to European Contact." *PNAS* 112, no. 4 (2015): 1025–1030.

Stöllner, Thomas, Horst Aspöck, Nicole Boenke, Claus Dobiat, Hans-Jürgen Gawlick, Willy Groenman-van Waateringe, Walter Irlinger, et al. "The Economy of Dürrnberg-Bei-Hallein: An Iron Age Salt-Mining Centre in the Austrian Alps." *Antiquaries Journal* 83 (2003): 123–194.

Storey, Alice A., José Miguel Ramírez, Daniel Quiroz, David V. Burley, David J. Addison, Richard Walter, Atholl J. Anderson, et al. "Radiocarbon and DNA Evidence for a Pre-Columbian Introduction of Polynesian Chickens to Chile." *PNAS* 104, no. 25 (2007): 10335–10339.

Strobel, Gary, and Bryn Daisy. "Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products." *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 67, no. 4 (2003): 491–502.

Susman, Randall L. "Fossil Evidence for Early Hominid Tool Use." *Science* 265, no. 5178 (1994): 1570–1573.

Szathmáry, Eörs, and John Maynard Smith. "The Major Evolutionary Transitions." *Nature* 374, no. 6519 (1995): 227–232.

Tainter, Joseph A. *Collapse of Complex Societies*. New Studies in Archaeology series. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1990.

Tanye, Mary. "Access and Barriers to Education for Ghanaian Women and Girls." *Interchange* 39, no. 2 (2008): 167–184.

Tattersall, Ian. *Encyclopedia of Human Evolution and Prehistory*, vol. 768, ed. Eric Delson and John Van Couvering. Garland Reference Library of the Humanities. New York: Garland, 1988.

Taylor, Gary. *Castration: An Abbreviated History of Western Manhood*. New York: Routledge, 2000.

Thalmann, Olaf, Elizabeth Shapiro, Pin Cui, Verena J. Schuenemann, Sussana K. Sawyer, Daniel. L. Greenfield, Mietje B. Germonpré, et al. "Complete Mitochondrial Genomes of Ancient Canids Suggest a European Origin of Domestic Dogs." *Science* 342, no. 6160 (2013): 871–874.

Thompson, Helen. "How Witches' Brews Helped Bring Modern Drugs to Market." *Smithsonian Magazine*, October 31, 2014.

Thornton, Russell. *American Indian Holocaust and Survival: A Population History since 1492*. Civilization of the American Indian series. Norman: University of Oklahoma Press, 1987.

Thorsby, E. "The Polynesian Gene Pool: An Early Contribution by Amerindians to Easter Island." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 367, no. 1590 (2012): 812–819.

Tilman, David, Joseph Fargione, Brian Wolff, Carla D'Antonio, Andrew Dobson, Robert Howarth, David Schindler, et al. "Forecasting Agriculturally Driven Global Environmental Change." *Science* 292, no. 5515 (2001): 281–284.

Tilman, G. David. *Resource Competition and Community Structure*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1982.

Tishkoff, Sarah A., Floyd A. Reed, Alessia Ranciaro, Benjamin F. Voight, Courtney C. Babbitt, Jesse S. Silverman, Kweli Powell, et al. "Convergent Adaptation of Human Lactase Persistence in Africa and Europe." *Nature Genetics* 39 (2007): 31–40.

Tougher, Shaun. *The Eunuch in Byzantine History and Society*. New York: Routledge, 2008.

Toups, Melissa A., Andrew Kitchen, Jessica E. Light, and David L. Reed. "Origin of Clothing Lice Indicates Early Clothing Use by Anatomically Modern Humans in Africa." *Molecular Biology and Evolution* 28, no. 1 (2011): 29–32.

Tracy, Benjamin F., and Samuel J. McNaughton. "Elemental Analysis of Mineral Lick Soils from the Serengeti National Park, the Konza Prairie and Yellowstone National Park." *Ecography* 18, no. 1 (1995): 91–94.

Tracy, Larissa, ed. *Castration and Culture in the Middle Ages*. Cambridge, UK: D.S. Brewer, 2013.

Troost, Karin. "Causes and Effects of a Highly Successful Marine Invasion: Case-Study of the Introduced Pacific Oyster *Crassostrea gigas* in Continental NW European Estuaries." *Journal of Sea Research* 64, no. 3 (2010): 145–165.

Underdown, Charlotte J., and Simon J. Houldcroft. "Neanderthal Genomics Suggests a Pleistocene Time Frame for the First Epidemiologic Transition." *American Journal of Physical Anthropology* 160, no. 3 (2016): 379–388.

Valiela, Ivan, Jennifer L. Bowen, and Joanna K. York. "Mangrove Forests: One of the World's Threatened Major Tropical Environments." *BioScience* 51, no. 10 (2001): 807–815.

Valiela, Ivan, and J. M. Teal. "Nutrient Limitation in Salt Marsh Vegetation." Pp. 547–563 in R. J. Reimold and W. H. Queen, eds., *Ecology of Halophytes*. New York: Academic Press, 1974.

Vallee, Bert L. "Alcohol in the Western World." *Scientific American* 278, no. 6 (1998): 80–85.

Vandenbosch, Robert. *Nuclear Waste Stalemate: Political and Scientific Controversies*. Salt Lake City: University of Utah Press, 2007.

Vargha-Khadem, Faraneh, Kate Watkins, Katherine J. Alcock, Paul Fletcher, and Richard E. Passingham. "Praxic and Nonverbal Cognitive Deficits in a Large Family with a Genetically Transmitted Speech and Language Disorder." *PNAS* 92, no. 3 (1995): 930–933.

Vargha-Khadem, Faranah, Kate E. Watkins, Cathy J. Price, John Ashburner, Katherine J. Alcock, Alan Connelly, Richard S. J. Frackowiak, et al. "Neural Basis of an Inherited Speech and Language Disorder." *PNAS* 95, no. 21 (1998): 12695–12700.

Varki, Ajit, and Tasha K. Altheide. "Comparing the Human and Chimpanzee Genomes: Searching for Needles in a Haystack." *Genome Research* 15 (2005): 1746–1758.

Vermeij, Geerat J. *Biogeography and Adaptation: Patterns of Marine Life*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1977.

———. *Evolution and Escalation: An Ecological History of Life*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1987.

Villmoare, Brian, William H. Kimbel, Chalachew Seyoum, Christopher J. Campisano, Erin N. DiMaggio, John Rowan, David R. Braun, J Ramón Arrowsmith, and Kaye E. Reed. "Early *Homo* at 2.8 Ma from Ledi-Geraru, Afar, Ethiopia." *Science* 347, no. 6228 (2015): 1352–1355.

Vitousek, Peter M. "Beyond Global Warming: Ecology and Global Change." *Ecology* 75, no. 7 (1994): 1861–1876.

Vitousek, Peter M., Harold A. Mooney, Jane Lubchenco, and Jerry M. Melillo. "Human Domination of Earth's Ecosystems." *Science* 277, no. 5325 (1997): 494–499.

Voosen, Paul. "Delaware-Sized Iceberg Splits from Antarctica." Science On Line, July 12, 2017, https://www.sciencemag.org/news/2017/07/delaware-sized-iceberg-splits-antarctica (accessed August 21, 2019).

Vries, Jan de, and Ad van der Woude. *The First Modern Economy: Success, Failure, and Perseverance of the Dutch Economy, 1500–1815*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1997.

Wagner, Günter P. "Homologues, Natural Kinds and the Evolution of Modularity." *American Zoologist* 36, no. 1 (1996): 36–43.

Wainwright, Milton. "Moulds in Folk Medicine." *Folklore* 100, no. 2 (1989): 162–166.

Warmuth, Vera, Anders Eriksson, Mim Ann Bower, Graeme Barker, Elizabeth Barrett, Bryan Kent Hanks, Shuicheng Li, et al. "Reconstructing the Origin and Spread of Horse Domestication in the Eurasian Steppe." *PNAS* 109, no. 21 (2012): 8202–8206.

Wasson, R. Gordon, Stella Kramrisch, Jonathan Ott, and Carl A. P. Ruck. *Persephone's Quest: Entheogens and the Origins of Religion*. New Haven: Yale University Press, 1986.

Waters, Andrew P., Desmond G. Higgins, and Thomas. F. McCutchan. "Plasmodium-Falciparum Appears to Have Arisen as a Result of Lateral Transfer between Avian and Human Hosts." *PNAS* 88, no. 8 (1991): 3140–3144.

Watwood, Stephanie L., Patrick J. O. Miller, Mark Johnson, Peter T. Madsen, and Peter L. Tyack. "Deep-Diving Foraging Behaviour of Sperm Whales (*Physeter macrocephalus*)." *Journal of Animal Ecology* 75, no. 3 (2006): 814–825.

Waycott, Michelle, Carlos M. Duarte, Tim J. B. Carruthers, Robert J. Orth, William C. Dennison, Suzanne Olyarnik, Ainsley Calladine, et al. "Accelerating Loss of Seagrasses across the Globe Threatens Coastal Ecosystems." *PNAS* 106, no. 30 (2009): 12377–12381.

Weatherford, Jack. *Genghis Khan and the Making of the Modern World*. New York: Crown, 2004.

Webb, James L. A., Jr. *Humanity's Burden: A Global History of Malaria*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2008.

Whitehead, Hal. "Estimates of the Current Global Population Size and Historical Trajectory for Sperm Whales." *Marine Ecology Progress Series* 242 (2002): 295–304.

Whitman, Walt. "Song of Myself." 1892.

Williams, Alan. "A Metallurgical Study of Some Viking Swords." *Gladius* 29 (2009): 121–184.

Williams, Michael. "Dark Ages and Dark Areas: Global Deforestation in the Deep Past." *Journal of Historical Geography* 26, no. 1 (2000): 28–46.

Wilson, David Sloan, and Edward O. Wilson. "Rethinking the Theoretical Foundation of Sociobiology." *Quarterly Review of Biology* 82, no. 4 (2007): 327–348.

Wilson, Edward O. *Genesis: The Deep Origin of Societies*. New York: Liveright, 2019.

———. *The Insect Societies*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 1972.

———. *Sociobiology*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1975.

Wilson, J. Bastow, and Andrew D. Q. Agnew. "Positive-Feedback Switches in Plant Communities." *Advances in Ecological Research* 23 (1992): 263–336.

Winfree, Rachael. "Pollinator-Dependent Crops: An Increasingly Risky Business." *Current Biology* 18, no. 20 (2008): R968–R969.

Winterhalder, Bruce, Eric Alden Smith, and American Anthropological Association. *Hunter-Gatherer Foraging Strategies: Ethnographic and Archeological Analyses.* Chicago: University of Chicago Press, 1981.

Wolfe, Nathan D., Claire Panosian Dunavan, and Jared Diamond. "Origins of Major Human Infectious Diseases." *Nature* 447, no. 7142 (2007): 279–283.

Wong, Kate. "Rise of the Human Predator." *Scientific American* 310 (2014): 46–51.

Wood, Paul. "America's Natural Ice Industry." *Chronicle of the Early American Industries Association* 66, no. 3 (2013): 91–111.

World Health Organization. *World Health Database, 2015*. Geneva: WHO, 2016. https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2015/en (accessed August 21, 2019).

———. *World Malaria Report, 2013*. Geneva: WHO, 2014.

Wrangham, Richard. *Catching Fire: How Cooking Made Us Human.* New York: Basic Books, 2009.

Wrangham, Richard W., William C. McGrew, Frans B. M. de Waal, and Paul G. Heltne, eds. *Chimpanzee Cultures.* Cambridge, MA: Harvard University Press, 1994.

Wright, Geraldine. A., Danny D. Baker, Mary J. Palmer, Daniel Stabler, Julie A. Mustard, Eileen F. Power, Anne M. Borland, and Philip C. Stevenson. "Caffeine in Floral Nectar Enhances a Pollinator's Memory of Reward." *Science* 339, no. 6124 (2013): 1202–1204.

Wynne-Edwards, V. C. *Animal Dispersion in Relation to Social Behaviour.* Edinburgh: Oliver & Boyd, 1962.

Yagil, Reuven. *The Desert Camel: Comparative Physiological Adaptation.* New York: John Wiley & Sons, 1985.

Yergin, Daniel. *The Prize: The Epic Quest for Oil, Money & Power.* New York: Simon & Schuster, 1991.

Yibarbuk, Dean, Peter J. Whitehead, Jeremy Russell-Smith, Donna Jackson, Charles Godjuwa, Alaric Fisher, Peter Cooke, David Choquenot, and David M. J. S. Bowman. "Fire Ecology and Aboriginal Land Management in Central Arnhem Land, Northern Australia: A Tradition of Ecosystem Management." *Journal of Biogeography* 28, no. 3 (2001): 325–343.

Young, Sera L., Paul W. Sherman, Julius B. Lucks, and Gretel H. Pelto. "Why on Earth?: Evaluating Hypotheses about the Physiological Functions of Human Geophagy." *Quarterly Review of Biology* 86, no. 2 (2011): 96–120.

Yu, Douglas W., and Naomi E. Pierce. "A Castration Parasite of an Ant-Plant Mutualism." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 265, no. 1394 (1998): 375–382.

Zeder, Melinda A. "Central Questions in the Domestication of Plants and Animals." *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 15, no. 3 (2006): 105–117.

———. "Domestication and Early Agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, Diffusion, and Impact." *PNAS* 105, no. 33 (2008): 11597–11604.

Zhang, David D., Peter Brecke, Harry F. Lee, Yuan-Qing He, and Jane Zhang. "Global Climate Change, War, and Population Decline in Recent Human History." *PNAS* 104, no. 49 (2007): 19214–19219.

Zimmer, Carl. "The Human Family Tree Bristles with New Branches." *New York Times*, May 27, 2015.

Zipes, Jack. *The Enchanted Screen: The Unknown History of Fairy-Tale Films.* New York: Routledge, 2011.

Znamenski, Andrei. *Shamanism in Siberia: Russian Records of Indigenous Spirituality*. New York: Springer Netherlands, 2003.

Illustration Credits

Figure 1.2 is based on Signbrowser, *Theory of Endosymbiosis, and Development of Eukaryotic Cells*, https://en.wikipedia.org/wiki/File:Endosymbiosis.svg, available under the Creative Commons CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication.

Figure 2.1 is based on Maqsoodshah01, *Evolution-Theory*, and other public domain images.

Figure 2.2 was adapted from *Spreading Homo Sapiens* by Urutseg and *Spreading Homo Sapiens over the World* by Altaileaopard; see also public domain wikimedia based on *Göran Burenhult: Die ersten Menschen* (Augsburg: Weltbild, 2000).

Figure 2.3. The dodo bird image was redrawn from "Dodo," Encyclopaedia Britannica, https://www.britannica.com/animal/dodo-extinct-bird. The woolly mammoth image was adapted from Mauricio Antón, "Artwork of Fauna during the Pleistocene Epoch in Northern Spain" (2004), reprinted in Caitlin Sedwick, "What Killed the Woolly Mammoth?," *PLoS Biology* 6, no. 4 (2008): e99, doi:10.1371/journal.pbio.0060099. *PLoS* content is available under the Creative Commons license Attribution 4.0 International.

Figure 3.1 was redrawn from numerous public domain sources, including John Doebley, Adrian Stec, Jonathan Wendel, and Marlin Edwards, "Genetic and Morphological Analysis of a Maize-Teosinte F2 Population: Implications for the Origin of Maize," *Proceedings of the National Academy of Science* 87 (December 1990): 9888–9892, https://doi.org/10.1073/pnas.87.24.9888; and Hugh Iltis, "From Teosinte to Maize: The Catastrophic Sexual Transmutation," *Science* 222, no. 4626 (November 25, 1983): 886–894.

Figure 4.4 is based on the photo *City of David 390* by Wayne Stiles, in Stiles, "Sights and Insights: The Oldest Part of J'lem," *Jerusalem Post*, February 27, 2012, https://www.jpost.com/travel/around-Israel/sights-and-insights-the-oldest-part-of-Jlem.

Figure 5.2 is based on the Course-Notes.org flashcard "The Early Phoenicians," http://www.course-notes.org/flashcards/ap_world_history_unit_1_flashcards_14.

Figure 5.5. For a downloadable image of the camel caravan, see https://www.loc.gov/item/2007675298/.

Figure 6.2. To view the original *Lice Capades* image, go to Daily Kos, https://www.dailykos.com/stories/2011/11/10/1035046/-The-Lice-Capades.

Figure 6.3. For the original Wolgemut image, see Wikimedia.org, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Danse_macabre_by_Michael_Wolgemut.png.

Figure 6.4 is based on the public domain illustration *The Red Queen's Race* by John Tenniel, published in Lewis Carroll, *Through the Looking Glass* (1871).

Figure 7.5 is based on an image of the fossil that can be seen at http://biodiversitylibrary.org/page/48435496 (digitized by Natural History Museum, London).

Figure 9.1. For a downloadable image of the engraving of the Salem witch trial, see https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Witchcraft_at_Salem_Village.jpg.

Figure 10.1. For a downloadable image of the beached whale engraving, see https://www.rijksmuseum.nl/en/collection/RP-P-OB-4635.

Figure 10.4, a public domain photograph titled *The Shoe & Leather Petroleum Company and the Foster Farm Oil Company* (ca. 1895, Mather & Bell), can be viewed at https://www.loc.gov/item/2005686702/.

Figure 11.1, a public domain photograph by D. L. Kernodle titled *Dust Storm, Baca County, Colorado* (ca. 1936), can be viewed at https://www.loc.gov/item/2017759525/.

Figure 11.2. The graph on which this image is based can be viewed at https://www.icriforum.org/sites/default/files/GCRMN_Tropical_Americas_Coral_Reef_Resilience_Final_Workshop_Report.pdf.

Figure 11.3. The background data for global carbon emissions were obtained from G. Marland, T. A. Boden, and R. J. Andres, "Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO_2 Emissions," in *Trends: A Compendium of Data on Global Change* (Oak Ridge, TN: Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, 2008).

Index

Note: Page numbers in italics refer to illustrations

موجز

التاريخ الطبيعي للحضارة

على مدى سنوات القرن السابق، أصبحنا ندرك أننا أبعَدَ ما نكون عن المركز، بل أيضًا أننا نحتلُّ مكانًا صغيرًا للغاية، ولحظةً زمنيَّةً قصيرةَ الأمد جدًّا.

هل يعتمد التطوُّر على التفاعُلات التَّنافُسيَّة السلبية والعلاقات بين الفريسة والمُفترِس؟ ما هو الدور الذي لعبه التعاون في نشوء الإنسان وتطوُّر الحضارة؟ هل أدَّى الدفاع الكيميائي لسباق التسلُّح التطوُّري بين النباتات ومُستهلِكيها إلى إمدادنا بالمستحضرات الدوائية والاتجاهات الرُّوحانيَّة. ما مدى تحكُّم التنظيم الذاتي والتَّراتُبيَّة الهَرميَّة في النشوء التكافُلي والتطوُّر المشترك؟ وكيف كان ذلك مِدادًا لخريطة طريق التاريخ الطبيعي للوصول إلى نشوء الإنسان وظهور الحضارة؟ هل ظهرت الحضارة الإنسانية عندما انتصرَت الدوافع التكافُليَّة والتعاونية على الدوافعَ الفردية والأنانية؟


ISBN 978-977-313-889-9





منحة الترجمة
Translation Grant

